



Tielaitos

Vähemmän melua - opas tiensuunnittelijoille



Ympäristö

Helsinki 1991

Tiehallitus

Vähemmän melua
- opas tiensuunnittelijoille

Tielaitos
Tiehallitus

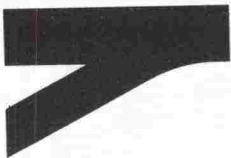
Helsinki 1991

ISBN 951-47-4977-4
TIEL 2150005
Tähti-Offset Ky
Helsinki 1991

Julkaisua myy
Tiehallitus, painotuotevarasto

Tielaitos

Tiehallitus
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 1541



16.8.1991

21

Tiehallituksen yksiköt
Tiepiirit

Säädösperusta

Korvaa/muuttaa

Kohderyhmät
TIEH, ALUEHALLINTO

Voimassa
1.9.1991 - TOISTAISEKSI

Asiasanat
MELU, TIENSUUNNITTELU, YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

VÄHEMMÄN MELUA - OPAS TIENSUUNNITTELIJOILLE

Meluselvitykset kuuluvat yhtenä osana tiehankkeiden ympäristövaikutusten arviointiin, koska tieliikenne on merkittävin ympäristömelun aiheuttaja sekä taajamissa että maaseudulla.

Tiensuunnittelun tavoitteena melun osalta on, että liikenteestä aiheutuva melu haittaisi mahdollisimman vähän ympäristön olemassa olevia toimintoja ja maankäytön suunnittelua.

Oppaaseen on koottu perustietoja melusta ja sen vaikutuksesta ihmiseen sekä esitys siitä, minkä taseisia meluselvityksiä tiensuunnittelun eri vaiheissa on syytä tehdä. Oppaan loppuun on liitetty melutasojen karkeata arviointia varten kehitetty yksinkertaistettu laskentamalli.

Meluntorjuntalain nojalla annettava valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoiksi on edelleen valmisteilla. Kun päätös on annettu tulee tiehallitus tarvittaessa antamaan tarkemmat ohjearvojen soveltamista, meluselvitysten sisältöä yms. koskevat ohjeet.

Apulaisjohtaja
Kehittämiskeskus


Pauli Velhonoja

Arkkitehti
Kehittämiskeskus


Anders HH Jansson

LISÄTIETOJA
MMK Raija Merivirta
TIEH / Kehittämiskeskus
puh. (90) 154 2345

JAKELU/MYYNTI
Painotuotevarasto
Opastinsilta 12 A tai PL 33
00521 HELSINKI
PUH. (90) 1541

JAKELU:

Pääjohtaja
Ylijohtaja
Esikunta
Tiepiirit
S-osaston vastualueet
T-osasto
TIEH:n kirjasto
Liikenneministeriö
Ympäristöministeriö / YSO
Ympäristöministeriö / KRO
Lääninhallitukset
Suomen maakuntien liitto
Suomen Kaupunkiliitto
Suomen Kunnallisliitto
Finlands svenska kommunförbund
Oppilaitokset
Tiekonsultit

Esipuhe

Vähemmän melua -oppaaseen on koottu perustietoja liikennemelusta ja sen vaikutuksista. Opas on tarkoitettu tiensuunnittelijan apuvälineeksi tarkasteltaessa tiehankkeiden ympäristövaikutuksia.

Tieliikenne on monessa paikassa merkittävin ympäristömelun aiheuttaja. Melutasot vaihtelevat suuresti sekä paikallisesti että vuorokauden ajasta riippuen. Melu voi paikoittain olla lähes jatkuvaa.

Ajoneuvojen melumääräyksiä pyritään jatkuvasti tiukentamaan. Maankäytön suunnittelulla on meluntorjunnan kannalta keskeinen merkitys. Tiensuunnittelussa voidaan mm. linjauksella, tasauksella, nopeusrajoituksella ja päällystevalinnalla merkittävästi vaikuttaa liikennemelun aiheuttamiin häiriöihin ja melualueen leveyteen.

Opas on laadittu tiehallituksen kehittämiskeskuksessa. Raporttia koskevat kysymykset, korjaukset ja parannusehdotukset pyydetään osoittamaan MMK *Raija Merivirrälle* puh. (90) 154 2345

Helsingissä elokuussa 1991

Tiehallitus
Kehittämiskeskus

Sisältö

NORMIN KUVAILULEHTI	3
ESIPUHE	5
SISÄLLYSLUETTELO	7
1 MELU JA SEN SYNTY	9
1.1 Mikä on melua	9
1.2 Melun vaikutukset	9
1.3 Melutason ohjearvot	13
1.4 Melunormit ajoneuvoille	14
2 TIELIIKENTEEEN MELU	15
3 MELUN VAIMENEMINEN	18
3.1 Melun vaimenemiseen vaikuttavat tekijät	18
3.2 Melun vaimenemisen laskeminen	21
4 MELUNTORJUNNAN KEINOT	23
4.1 Melulähteen vaimentaminen	23
4.2 Maankäytön suunnittelu	23
4.3 Liikennesuunnittelun keinot	24
4.4 Tiensuunnittelun keinot	26
4.5 Toimenpiteet tontilla ja rakennuksissa	31
5 MELUSELVITYKSET TIENSUUNNITTELUSSA	34
5.1 Meluselvitykset verkkotarkasteluissa	35
5.2 Meluselvitykset tarveselvitysvaiheessa	35
5.3 Meluselvitykset yleissuunnitelmavaiheessa	36
5.4 Tiesuunnitelmavaiheen meluselvitykset	36
6 MELUESTEET	37
6.1 Esteen ominaisuudet	37
6.2 Esteen vaikutus	40
6.3 Esteen sijoitus	44
6.4 Esteen toteutus	50
6.5 Kustannusjaon periaatteet valtion ja kuntien kesken	53

7	TÄRKEÄT LAIT JA SÄÄDÖKSET	54
8	LÄHTEET JA LISÄTIEDOT	55
9	LIITTEET	

Ympäristömelun peruskäsitteitä (Liite 1)

Melutason määrittäminen likiarvomenetelmänä (Liite 2)

1 MELU JA SEN SYNTY

1.1 Mikä on melua?

Melulla tarkoitetaan yleensä ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttävänä tai häiritseväenä. Meluntorjuntalaissa se määritellään terveydelle haitalliseksi, ympäristön viihtyisyyttä merkityksellisesti vähentäväksi tai työntekoa merkityksellisesti haittaavaksi ääneksi tai siihen rinnastettavaksi tärinäksi.

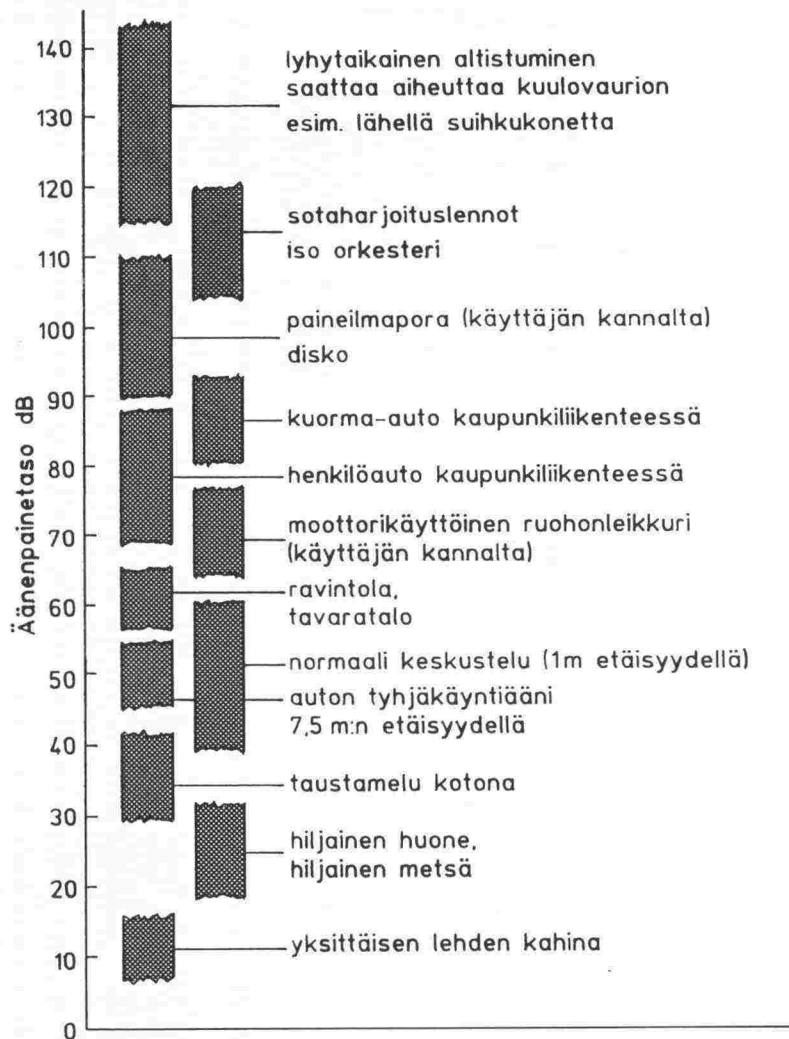
Melu eroaa muista ympäristöhaitoista siinä, että se häviää yhtä nopeasti kuin on syntynytkin. Melua esiintyy kuitenkin elinympäristössämme sekä ajallisesti että alueellisesti yhä enemmän.

Ympäristömelulla tarkoitetaan kaikkea ihmisen asuin- ja elinympäristössä esiintyvää melua. Ympäristömelua aiheuttavat mm. liikenne, teollisuus, energiatuotanto, rakentaminen sekä erilaiset asumisen ja vapaa-ajan toiminnot.

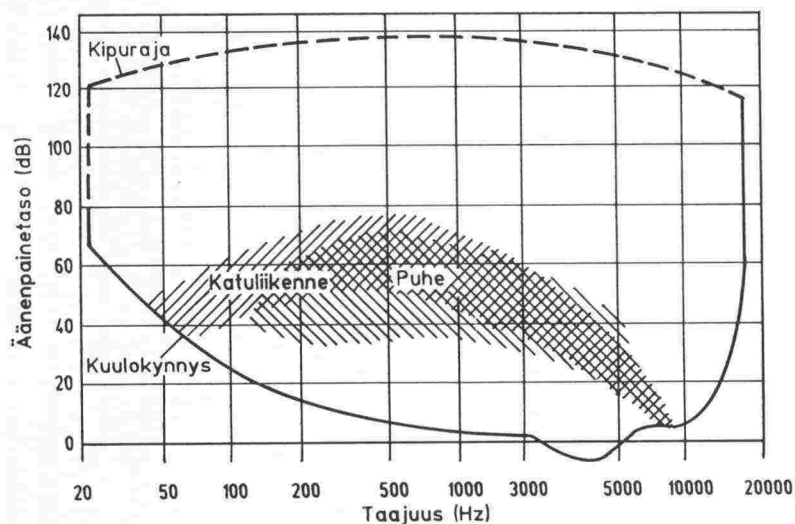
Melu-sana sisältää subjektiivisen luonteen. Melun vaikutukset riippuvat määrättyyn rajaan saakka siitä, mikä merkitys melulla on yksilölle ja missä olosuhteissa hän on sille altistunut. Sama ääni voi tilanteesta, kokijasta ja ajankohdasta riippuen olla yhtä hyvin melua tai merkityksetöntä ääntä, joskus jopa nautittavaa ääntä.

1.2 Melun vaikutukset

Melu voi vaikuttaa ihmisen terveyteen, hyvinvointiin ja viihtyvyyteen haitallisesti. Vaikutukset ovat usein epäsuoria ja liittyvät eri tekijöiden yhteisvaikutuksiin. Yksilölliset tekijät kuten ikä, terveydentila ja stressi voivat lisäksi ratkaisevasti vaikuttaa melun kuormittavuuteen. Tässä mielessä tietynlaisia riskiryhmiä ovat vanhukset, lapset, sairaat ja raskaana olevat, joilla melun sietoraja on alhaisempi kuin väestöllä keskimäärin /5,6/. Kuulovammaiset ovat eräs melualtistuneiden riskiryhmä. Kuulovammaisia on n. 5-6 % maamme väestöstä. Jotta vammainen kuulisi, on taustamelun oltava alhainen /39/.



Kuva 1: Esimerkkejä erilaisista äänenpainetasoista.



Kuva 2: Ihmiskorvan kuuloalue

Pitkäaikaisen meluallistumisen vaikutukset ihmisen terveydentilaan ilmenevät:

- tilapäisenä kuulon heikkenemisenä tai pysyvänä kuulovauriona
- unen häiriintymisenä, jolloin unitilan rentouttava vaikutus jää tavallista vähäisemmäksi ja stressioireet voimistuvat
- elintoimintojen muutoksina esim. verenkiertoelimistössä, mikä saattaa lisätä verenpainetaudin mahdollisuutta

Kuulovaurioriski on mahdollinen, jos henkilö joutuu oleskelemaan yli 85 dB melussa vähintään kahdeksan tuntia päivässä. Pysyvä kuulovaurio kehittyy vähitellen vuosien jatkuvan melulle altistumisen seurauksena.

Ihminen kokee 8-10 dB:n melutason muutoksen melun kaksinkertaistumisena tai melun alenemisena puoleen entisestä. 2-3 dB:n melutason muutos koetaan havaittavana erona.

Melun unta häiritsevänä vaikutuksena voidaan erottaa välittömät vaikutukset (esim. herääminen äkilliseen voimakkaaseen ääneen), lyhyen aikavälin vaikutukset (väsymyksen aiheuttamat reaktiot lähipäivinä) sekä pitkän aikavälin vaikutukset esimerkiksi verenkiertoelimistöön.

Melun sosiaaliset vaikutukset voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- melu häiritsee monin tavoin; työssä se vaikeuttaa keskittymistä, estää ohjeiden ja puheen kuulemista, hermostuttaa ja ärsyttää
- melu vaikeuttaa sosiaalista kanssakäymistä ja ihmisten keskinäistä kommunikointia (mm. puheen ja musiikin kuuntelua)
- melulle altistuneen ihmisen tunnetilan muutokset edistävät välinpitämättömyyttä ja heikentävät positiivista vuorovaikutusta ihmisten kesken
- meluisia tilanteita ja ympäristöjä pidetään epämiellyttävinä ja niitä pyritään välttämään.

Melu voi vaikuttaa tonttimaan, kiinteistöjen ja asuntojen arvoon. Ruotsalaisen tutkimuksen mukaan kiinteistöjen hinnat olivat 4-23 % pienempiä 55-70 dB melualueella verrattuna vastaavaan alueeseen, jolla ei ollut meluhaittoja.

Melua esiintyy usein samanaikaisesti muiden ympäristöhaittojen kanssa, jolloin melu vaikuttaa ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin yhdessä muiden kuormitustekijöiden kanssa. Ympäristöhaittojen häiritsevyys koetaan suurempana, kun ne vaikuttavat samanaikaisesti (esim. melu, pärinä ja ilmansaasteet).

Melun vaikutuksesta ihmiseen on meillä Suomessa esitetty melko vähän tutkimustuloksia. Pohjoismaisista julkaisuista kootut yhdenmukaiset tiedot ovat olleet perusteena melun vaikutuksia koskevan aineiston laadinnassa (27,29,30,31,32,33).

Taulukko 1: Häiriintyvien osuus eri melutasoilla /27,30/.

(N = voimakasta tai lievää häiriötä kokevien prosentuaaliset osuudet eri melutasoilla)

< 55 dB	15-30 %
55 - 65 dB	n. 60 %
66 - 70 dB	n. 75 %
> 70 dB	yli 90 %

1.3 Melutason ohjearvot

Lääkintöhallitus on antanut terveydenhoitolain (469/65) nojalla melua koskevan ohjekirjeen (Lääkintöhallituksen ohjearvot korkeimmasta sallitusta melutasosta; Lääkintöhallitus, yleiskirje 1676/79). Näitä ohjearvoja käytetään yleisesti arvioitaessa melun terveydellisiä haittoja.

Valtioneuvosto voi meluntorjuntalain (382/87) nojalla antaa melun torjuntaa varten tarpeellisia yleisiä ohjeita mm. melutasosta sisä- ja ulkotiloissa. Meluntorjunnan neuvottelukunta on laatinut ympäristöministeriölle ehdotuksen valtioneuvoston päätökseksi. Esitystä on käsitelty 1990 - 91.

Valtioneuvoston päätöksen ohjearvot on tarkoitettu yleiseksi ohjeeksi erilaisten melulähteiden aiheuttamia haittoja arvioitaessa. Ohjearvoja on tarkoitus käyttää hyväksi mm. kaavoituksessa, rakentamisessa ja tiensuunnittelussa. Ohjearvojen soveltamisesta tullaan antamaan tarkempia ohjeita niiden voimaantultua.

Ohjearvopäätöksen luonnoksissa käsitellään useita eri meluhaitan esiintymistilanteita ja niihin liittyviä arvoja. Tiensuunnittelussa tarvitaan meluhaitan laajuuden arviointiin ja meluvyöhykkeiden määrittelyyn selkeätä raja-arvoa. **Suosituksena esitetään, että meluhäiriön esiintymisen raja-arvona on päiväaikaisen liikenteen aiheuttama ekvivalenttitaso 55 dB.**

Muita arvoja käytetään eri kohteiden ja alueiden meluntorjuntatarpeen ja -toimenpiteiden tarkasteluun sekä meluntorjunnan priorisointiin.

Taulukko 2: Yleiset melutason ohjearvot ulkona /VNp luonnos 29.5.1991/

Alue	Melun ekvivalenttitaso L_{Aeq} , enintään dB	
	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7
Luonnonsuojelualue ja muu melulle herkkä alue	45	40
Asuntoalue, lähivirkistysalue ja alue, jolla on muita melulle herkkiä toimintoja	55	45
Liike- ja toimistorakennusten alue	60	-

Melulle herkillä alueilla tarkoitetaan esim. luonnonsuojelu-, virkistys- ja leirintäalueita. Asuntoalueilla tarkoitetaan tässä myös yksittäisen rakennuksen aluetta.

Suunniteltaessa uutta melua aiheuttavaa toimintaa tai nykyisen toiminnan laajentamista alueelle, jonka nykyinen melutaso ylittää ohjearvot, melutaso saa ylittää ohjearvot 5 - 10 dBA:llä, kun suunniteltu toiminta otetaan huomioon. Tällöin kuitenkin edellytetään, ettei nykyinen melutaso merkittävästi nouse (VNp luonnos 29.5.1991).

Taulukko 3: Yleiset melutason ohjearvot sisällä /VNp luonnos 29.5.1991/

Huoneisto tai tila	Melun ekvivalenttitaso L_{Aeq} enintään dB		Melun hetkelli- nen taso L_{AFmax} enintään dB
	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7	Yöllä klo 22-7
Asuin-, potilas- ja majoitushuone	35	30	45
Koulu, sekä muu opetus- ja kokoontumistila	35	-	-
Toimistohuoneisto ja yleisön vastaanottotila	45	-	-

1.4 Melunormit ajoneuvoille

Liikenneministeriö asettaa tieliikenneajoneuvoille enimmäismelurajat, jotka koskevat uusia ajoneuvoja. Katsastusorganisaatio valvoo, ettei rajoja ylitetä.

Ajoneuvojen suurimmalle sallitulle moottorin äänen voimakkuudelle on tällä hetkellä voimassa arvot, jotka on annettu liikenneministeriön päätöksellä 26.2.1988. Liikenneministeriö on 28.2.1991 tehnyt päätöksen em. arvojen tiukentamisesta siten, että ne vastaavat Euroopan talousyhteisön vaatimuksia.

Taulukossa 4 esitetyt melunormit kuvaavat melutasoa 7.5 metrin etäisyydellä ajoneuvosta (ISO 362).

Ajoneuvojen moottorien äänen voimakkuuden suurimmat arvot ovat loka-kuussa 1991 voimaantulevassa päätöksessä 2-4 dB alemmat kuin tällä hetkellä Suomessa voimassa olevat arvot. Melutason kannalta erityisen merkittävää on raskaiden ajoneuvojen meluarvojen lasku. Ehdotuksen suuruiset arvot ovat kokonaisuudessaan tulleet voimaan Euroopan yhteisössä 1.10.1990. Myös muut Pohjoismaat ovat ottamassa käyttöön vastaavat melumääräykset.

Taulukko 4: Ajoneuvojen melunormit *

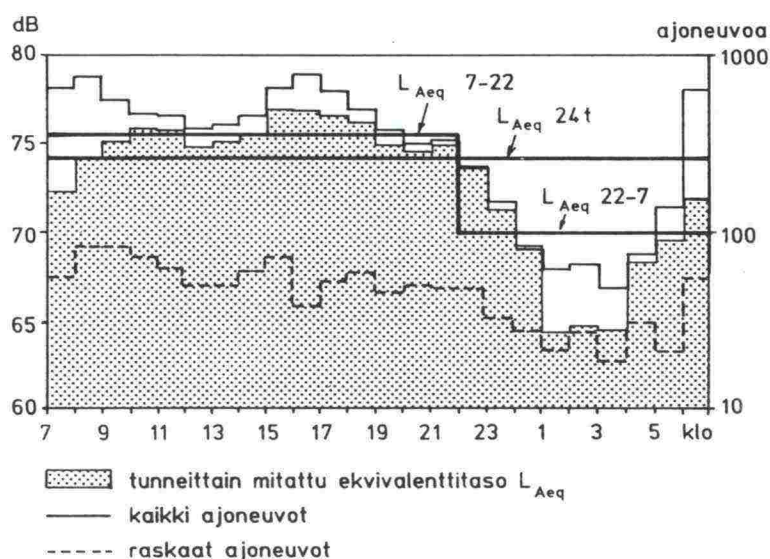
Henkilöautot	80 dB (77 dB) **
Paketti-, linja- tai kuorma-autot < 3,5 tn	81 dB (79 dB)
Linja-autot > 3,5 tn	82 dB (80 dB)
Linja-autot > 147 Din-kW	85 dB (83 dB)
Kuorma-autot > 3,5 tn	86 dB (83 dB)
Kuorma-autot > 147 Din-kW	88 dB (84 dB)
Moottoripyörät (suuritehoisimmat)	86 dB

* Päätös koskee voimaantulopäivänä tai sen jälkeen Suomessa ensi kertaa käyttöön otettavaa ajoneuvoa.

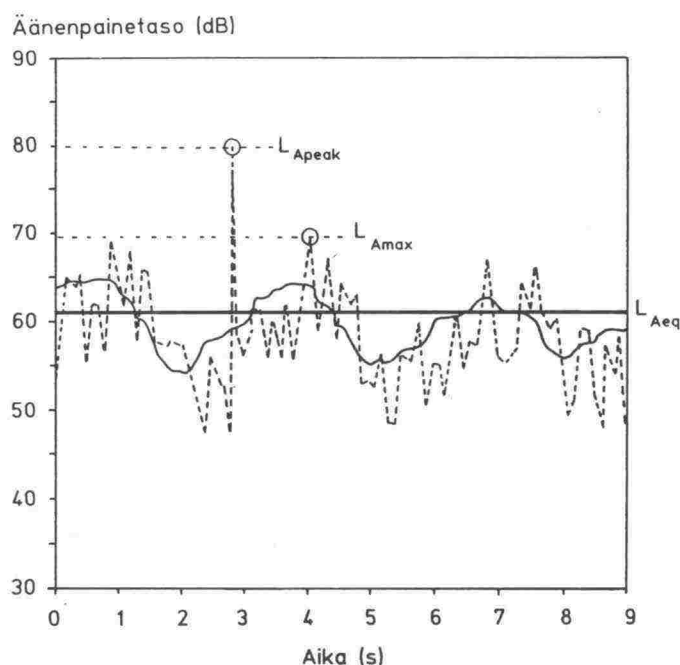
** Suluissa 1.10.1991 voimaan tulevat arvot Suomessa.

2 TIELIIKENTEEN MELU

Tieliikenne on monin paikoin merkittävin ympäristömelun aiheuttaja. Maaseudulla ovat pääasiallisia liikennemelun lähteitä taajamien läpi kulkevien pääväylien ajoneuvot. Useissa Suomen kaupunkikeskustoissa on liikenteen aiheuttama ekvivalenttitaso tien varressa olevien rakennusten luona päivällä 65 - 80 dB. Raskaiden ajoneuvojen aiheuttamat hetkelliset enimmäistasot voivat jopa ylittää 100 dB.



Kuva 3: Äänitasokäsitteiden vertailua.



Kuva 4: Melun ekvivalenttitason L_{Aeq} avulla voidaan kuvata keskimääräistä melutilannetta eri pituisina ajanjaksoina.

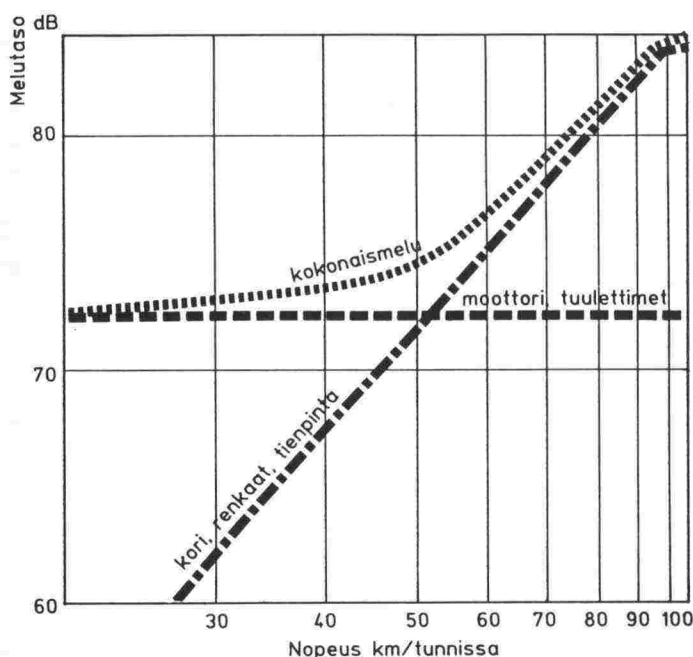
Enimmäistasolla (L_{Amax}) kuvataan mittausaikana vallinnut suurin dBA-äänitaso mitattuna äänitasomittarin aikapainotuksella F. Yhtenäinen käyrä vastaa seuranta-aikapainotuksella S ja katkonainen aikapainotuksella F. Kapea huippu on rekisteröity peak-toiminnolla /1/.

Melun **ekvivalenttitaso** (L_{Aeq}) on tiettyä aikaväliä edustava keskiarvosuure. Sen avulla voidaan yhdellä luvulla kuvata keskimääräistä melutilannetta pitkinä ajanjaksoina, joiden kuluessa äänitaso vaihtelee paljonkin.

Ajoneuvoista aiheutuvaa liikennemelua syntyy:

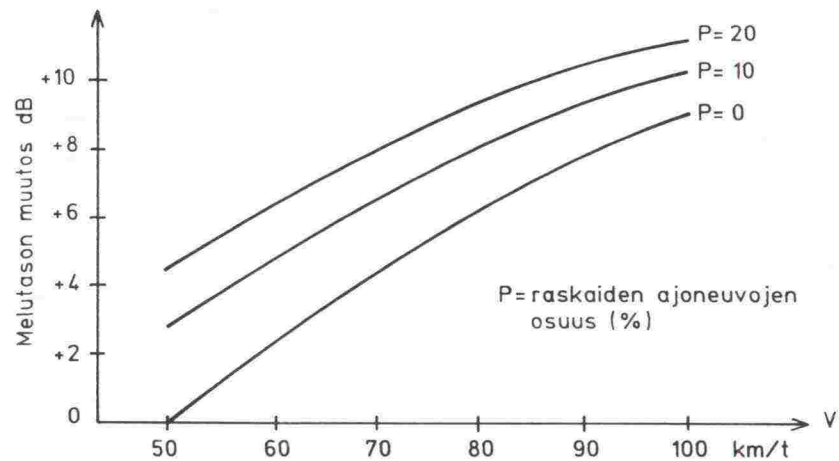
- . mekaanisena moottorimeluna
- . polttoaineseoksen palamismeluna
- . tuuletinmeluna
- . imumeluna
- . rengasmeluna
- . ilmavirtauksen aiheuttamana meluna

Tieliikenteen melu syntyy pääosin renkaiden ja moottorin äänistä, suurilla nopeuksilla myös ilmavirtauksen aiheuttamasta äänestä. Moottorin melu on määräävä pienillä nopeuksilla. Varsinkin raskailla ajoneuvoilla ja vastamäessä se on usein hallitseva. Lähtömelutasoon vaikuttavat nopeusrajoitus ja raskaiden ajoneuvojen osuus, liikennemäärä, tien pituuskaltevuus, liittymien läheisyys ja ajoradan päällyste.

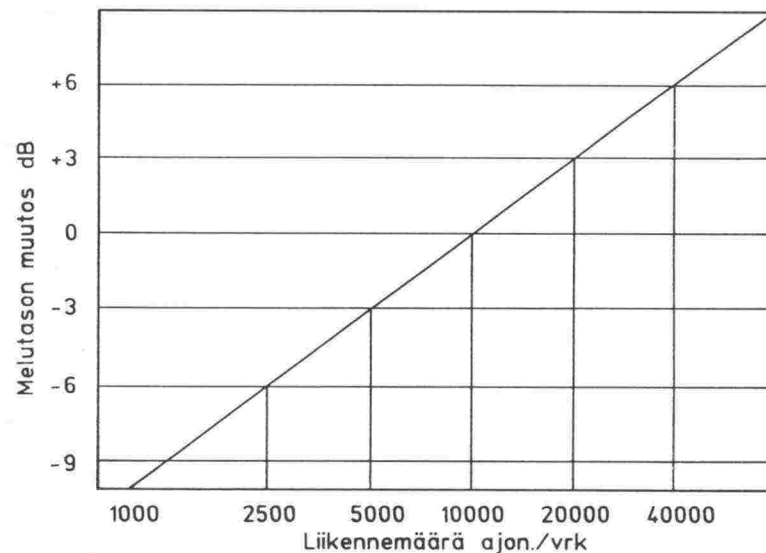


Kuva 5: Ajoneuvon synnyttämä melu koostuu kahdesta pääkomponentista: moottorimelusta sekä rengasmelusta ja korin aiheuttamasta melusta.

Pääteillä tärkein liikennemelua synnyttävä tekijä on renkaiden ja tienpinnan kosketuksesta syntyvä melu. Raskailla ajoneuvoilla se on merkittävä yli 60 km/h ja kevyillä yli 40-50 km/h tasaisilla nopeuksilla. Eri päällystetyyppien väliset erot voivat olla 4-5 dB. Rengasmelun häiritsevyys korostuu määrällä tiellä. Talvikelillä päällysteen meluisuus lisääntyy 1-2 dB. Myös nastarenkaat lisäävät melua talviaikaan. Ilmavirtauksen aiheuttama ääni on merkittävä tekijä yli 100 km/h nopeudessa. Nopeuden kasvu 60-80-100-120 km/h lisää melua 2-3 dB jokaista 20 km/h lisäystä kohti /17/.



Kuva 6: Nopeusrajoituksen ja raskaiden ajoneuvojen osuuden vaikutus melutasoon (lähtöarvot 50 km/h, ei raskaita ajoneuvoja).



Kuva 7: Liikennemäärän muutoksen vaikutus melutasoon: kun liikennemäärä vähenee puoleen, L_{Aeq} pienenee 3dB.

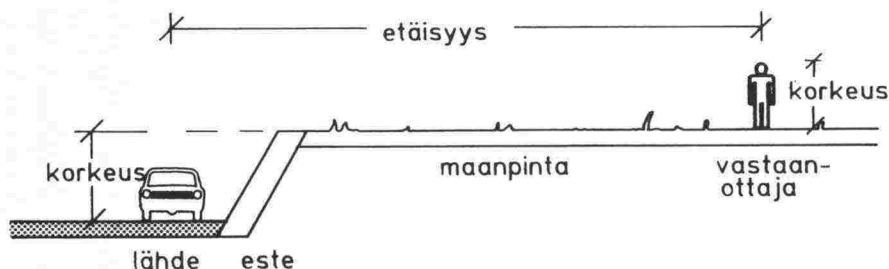
Tiensuunnittelijan mahdollisuudet vaikuttaa suunniteltavan hankkeen mukaan tuomiin meluvaikutuksiin liittyvät tien sijaintiin ja ominaisuuksiin (tien suuntaus, tasaus, mäkisyys, kaarteisuus) sekä tieympäristöön (etäisyys häiriintyvistä kohteista, maastomuotojen hyväksikäyttö meluesteenä sekä rakenteelliset meluesteet).

3 MELUN VAIMENEMINEN

3.1 Melun vaimenemiseen vaikuttavat tekijät

Äänen kulkuun ja vaimenemiseen vaikuttavat äänilähteen, esteen ja maanpinnan ominaisuudet sekä näiden ja havaintopisteen keskinäinen asema. Kun yhden tekijän ominaisuudet tai asema muuttuvat, on melutilanne muuttunut.

Melun vaimentumisen kannalta on edullista, jos melulähde on matalalla, havaintopiste alhaalla ja maasto niiden välillä korkea.

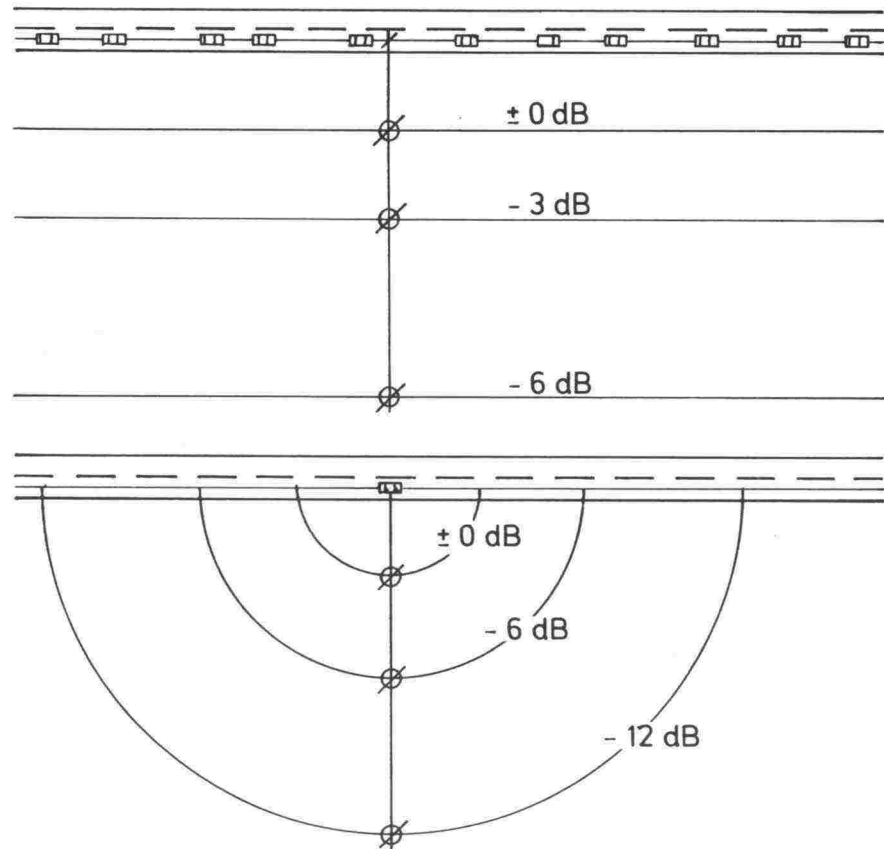


Kuva 8: Melun etenemiseen ja vaimenemiseen vaikuttavia tekijöitä.

Etäisyys

Liikennevirran aiheuttama melu on viivalähde, jolloin kuulijan ja äänilähteen välisen etäisyyden kaksinkertaistuminen tasaisessa maastossa alentaa melutasoa 3 dB. Yksittäisen ajoneuvon aiheuttama melu on peräisin pistelähteestä, jolloin vastaavasti etäisyyden kaksinkertaistuminen vaimentaa melutasoa 6 dB.

Etäisyysvaimeneminen vaikuttaa eri tavoin erilaisissa maastoissa. Jos maastossa on esim. maanpinnan korkeuseroista johtuvia esteitä, melu alenee nopeammin.

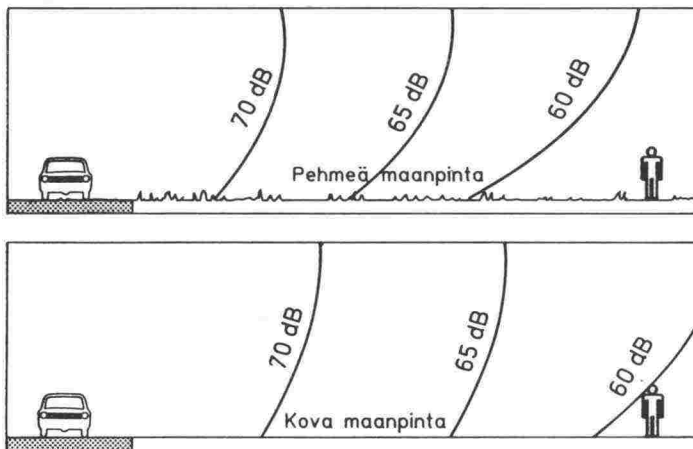


Kuva 9: Etäisyyden vaikutus melun vaimenemiseen viiva- ja pistelähteestä.

Maanpinnan ja kasvillisuuden vaikutus melun vaimenemiseen

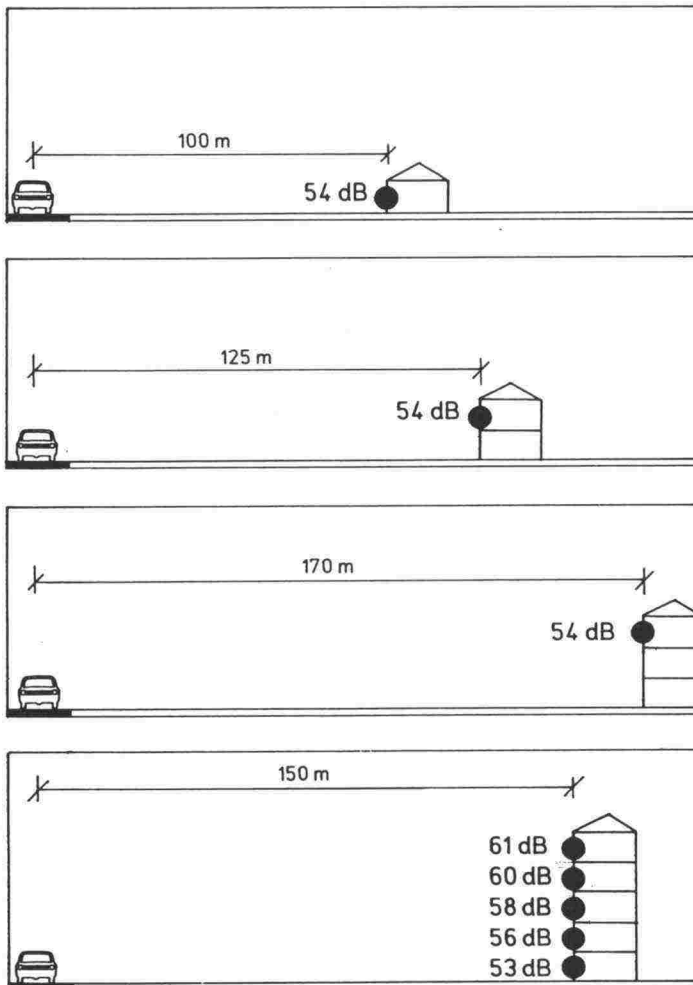
Jos maastossa ei ole rakennuksia tai suuria korkeuseroja, on tärkein melun etenemiseen vaikuttava tekijä maanpinnan ominaisuus. Kovat pinnat (esim. kallio, asfaltti, veden pinta) heijastavat, ja pehmeät pinnat (esim. nurmi, pelto, lumi, matala kasvillisuus) vaimentavat melua. Kovalla pinnalla vaikuttaa vain etäisyysvaimennus, pehmeällä lisäksi maavaimennus.

Kasvillisuuden merkitystä melun vaimenemisen kannalta on syytä tarkastella lähinnä viihtyisyyden näkökulmasta. Melualueet voidaan ja tuleeikin erottaa istutuksilla muusta ympäristöstä aina, kun siihen on tilankäytön puolesta mahdollisuus. Kasvillisuus aiheuttaa jonkin verran ääniaaltojen heijastumista ja sirontaa. Vaikka kasvillisuusvyöhyke olisi leveä, ei vaimennusta kuitenkaan ole syytä olettaa syntyvän.



Kuva 10: Maanpinnan laadun vaikutus melun vaimenemiseen.

Lisävaimenemisen suuruus riippuu paitsi etäisyydestä myös melulähteen ja havaintopisteen keskinäisestä korkeuserosta. Se on erilainen esim. talon eri kerroksissa. Kun vastaanottopisteen korkeus kasvaa 1. kerroksesta 5. kerrokseen, lisääntyy melutaso kuvan 11 osoittamalla tavalla.



Kuva 11: Melutason ja havaintopisteen korkeuden riippuvuus toisistaan.

Esteen vaikutus melun vaimenemiseen

Esteellä pyritään pidentämään äänen kulkureittiä havaintopisteeseen ja muuttamaan äänen kulkusuuntaa. Osa äänestä absorboituu esteeseen ja osa heijastuu siitä.

Melua vaimentavana esteenä voi olla mäki, rakennus tai tieleikkauksen luisikat. Jos näitä ei ole, voidaan melun etenemistä rajoittaa myös rakennettavien esteiden (seinät, vallit) avulla.

Säätilan vaikutus melun vaimenemiseen

Tuulen suunta ja nopeus, ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus sekä näiden muutokset eri korkeuksilla maanpinnasta vaikuttavat myös äänen etenemiseen. Säätila voi vaikuttaa sekä melua vaimentavasti (esim. sumu vaimentaa korkeat äänet) että melua vahvistavasti (esim. tyynenä selkeänä pakkasyönä ääni kuuluu normaalia huomattavasti kauemmas). Ohjearvojen perusteena on melun laskennassa pidetty kesäistä, sateetonta säätä ja pientä tuulen voimakkuutta.

3.2 Melun vaimenemisen laskeminen

Suomessa käytetään sisäasiainministeriön ympäristösuojeluosaston julkaisemaa tieliikennemelun laskentamallia vuodelta 1981 /21/. Malli on laadittu pohjoismaisena yhteistyönä. Laskentamallia on korjattu vuonna 1989 ja siitä ilmestyy uusi käännös vuoden 1991 aikana.

Tieliikennemelun laskentamallissa ekvivalenttitason eli samanarvoisen jatkuvan äänitason (L_{Aeq}) lähtöarvona käytetään vaimentumatonta äänitasoa 10 m:n etäisyydellä äärettömän pitkän ja suoran tien keskiviivasta. Lähtöarvomuuttujat liikenteelle ovat nopeusrajoitus, ajoneuvojen määrä ja raskaiden ajoneuvojen osuus.

Mallissa ei ole otettu huomioon alle 50 km/h nopeuden vaikutusta melutasoon. Norjassa tehtyjen selvitysten mukaan, nopeusrajoituksen alentaminen 50 km/h:sta 20-30 km/h:iin vähentää melutasoa n. 2,5 dBA.

Melun vaimeneminen määritetään laskemalla etäisyyskorjaus, maa- ja estevaimennus, ulkoseinän ääneneristys sekä joukko muita korjauksia kuten korjaus lyhyelle etäisyydelle, tien pituuskaltevuudelle, näkökulmalle ja heijastuksille.

Myös yksittäisten ajoneuvojen aiheuttaman enimmäisäänitason (L_{max}) määrittämisessä lähtöarvo lasketaan 10 m:n etäisyydelle tien keskiviivasta. Lähtöarvo riippuu siitä, sisältääkö liikenne raskaita ajoneuvoja vai ei. Melun vaimeneminen määritetään laskemalla samat korjaukset kuin ekvivalentin äänitason tapauksessa.

Oppaan lopussa liitteenä olevaa tieliikennemelun laskentamalliin perustuvaa ekvivalentin melutason määrittämisen likiarvomenetelmää (liite 2) voidaan käyttää arvioitaessa meluselvityksen tarpeellisuutta tiehankkeessa.

4 MELUNTORJUNNAN KEINOT

4.1 Melulähteen vaimentaminen

Melua torjutaan ensisijaisesti vaimentamalla sen lähdettä. Tämä tapahtuu joko ajoneuvojen melupäästöjä vähentämällä tai melulähteen toimintaa rajoittamalla (esim. ajokiellot ilta- ja yöaikana).

4.2 Maankäytön suunnittelu

Maankäytön suunnittelulla on meluntorjunnan kannalta keskeinen merkitys. Tämä koskee sekä melulähteiden sijoittamista ja melun leviämisen ehkäisemistä että melulle alttiiden kohteiden ja toimintojen suojaamista. Alueiden käytön suunnittelussa on ennen kaikkea pyrittävä ehkäisemään uusien haitta-alueiden syntyminen. Alueiden käytön järjestäminen saattaa myös määrätä, voidaanko hyväksyttävä melutaso saavuttaa muiden torjuntakeinojen avulla myöhemmin. Esimerkkinä tästä ovat teollisuusalueet ja satamat, joiden sijoittaminen merkitsee raskaan liikenteen aiheuttamaa melukuormitusta lähiympäristössä ja kuljetusreittien huolellista suunnittelutarvetta.

Yleispiirteisessä kaavoituksessa voidaan vaikuttaa pääväylien sijaintiin ja liikenneverkkoon, väylien varrella olevaan maankäyttöön ja runsaasti liikennettä aiheuttavien toimintojen sijaintiin. Päätieverkon vaikutukset muun tie- ja katuverkon liikennemelutasoon ja melutasokysymykset koko liikenneverkon osalta olisi selvitettävä yleiskaavassa. Kun liikennealueet yleiskaavassa osoitetaan mahdollisimman etäälle meluherkkien toimintojen alueista, saadaan etäisyyden ja maanpinnan tuottaman vaimenemisen avulla aikaan tarvittava suoja liikennemelua vastaan.

Yksityiskohtaisen kaavoituksen yhteydessä tarkasteltavia tieliikennemelun torjuntakeinoja ovat maaston muotojen hyväksikäyttö meluesteinä, melua sietävien toimintojen sekä riittävän leveiden suojavyöhykkeiden sijoittaminen tien varteen.

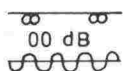
Asemakaavamääräyksiin voidaan tarkemmin täydentää melusuoja vaikutusta esim. suojavyöhykkeen, meluesteen tai rakennusten ääneneristävyyden osalta.

Esimerkkejä liikennealueisiin kohdistuvista kaavamääräyksistä ja detaljikaa-
vamerkintöjen soveltamisesta yleisten teiden kannalta /11/:



Suojaviheraluemerkinnällä osoitetaan lähinnä liikennealuei-
den varrella olevat, viheralueina säilytettävät alueet, joiden
tarkoituksena on pääasiassa suojata muita alueita liiken-
teen melu- ym. haitoilta. Suojaviheralueelle voidaan tarvitta-
essa antaa yksityiskohtaisempia määräyksiä esim. metsikön
käsittelystä.

Tieliikenteen meluntorjuntaa varten tarpeelliset toimenpiteet voidaan
osoittaa joko sitovin kaavamerkinnöin tai ohjeellisella melueste-
merkinnällä ja siihen liittyvällä kaavamääräyksellä. Esteelle asetettujen melunvaimen-
nusarvojen osoittaminen kaavamerkinnöillä ei ole suositeltavaa, vaan este on
toteuttamisen yhteydessä suunniteltava niin, ettei esteen takana ylitetä
valtioveuvoston antamia melutason ohjearvoja. Hyvä merkintä on esim.
seuraava:

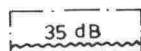


Merkintä, osoittaa, että liikennealue on varustettava melu-
vallilla tai muulla melua estävällä rakenteella.

Meluntorjuntaa koskeviin kaavamerkintöihin voidaan tarvittaessa liittää
indeksi v tai k osoittamaan melurakenteen toteuttajaa.

Meluesteet

Meluntorjuntaa koskeva kaavamääräys voi kohdistua liikennealueeseen tai
sen vieressä olevaan korttelialueeseen tai suojavihervyöhykkeeseen. Mää-
räykseen ei tulisi kuitenkaan sisällyttää sellaisia veloituksia, joiden toteutta-
minen ei ole realistista tai jotka pystytään selvittämään vasta tarkemman
suunnittelun avulla. Määräys voi olla esim. sellainen, jolla määritellään
rakennuksen ulkoseinän ääneneristävyys liikennemelua vastaan, kuten



Merkintä osoittaa rakennusalan sivun, jonka puoleisten
rakennuksen ulkoseinien sekä ikkunoiden ja muiden raken-
teiden ääneneristävyys liikennemelua vastaan on oltava
vähintään 35 dB(A).

4.3 Liikennesuunnittelun keinot

Liikennemelun torjunnan kannalta merkittävimmät säädökset on annettu
tielaissa (243/54) 10 §, meluntorjuntalaissa (382/87) 3 § ja rakennuslaissa
(370/58). Rakennuslaissa liikennemelua koskevat osat säätelevät kaavoitus-
ta. Laki vaikuttaa myös rakennuslupamenettelyn ja rakennusvalvonnan
kautta rakennusten meluntorjuntaan.

Liikennesuunnittelun keinot meluongelmien vähentämiseksi tulevat kysymykseen ensisijaisesti taajama-alueilla. Sisällöltään ne ovat yleensä liikenteen ohjausta ja liikenne-eräilyä (esim. raskasta liikennettä koskevat läpiajokielot). Yleisten teiden yhteydessä ei rajoituksiin useinkaan voida mennä. Taajama-alueilla voidaan yksittäisenä keinona käyttää esimerkiksi katujen sulkemista ja yksisuuntaistamista, nopeuksien alentamista ja liikennevalojen ajoitusta. Paikallinen ja läpikulkuliikenne voidaan erottaa toisistaan. Läpikulkukadut on syytä valita siten, että tehokkaimmat meluntorjuntatoimenpiteet voidaan kohdistaa niihin.

Liikennemäärän merkitys meluntorjunnassa

Liikenneverkko ratkaisee yksittäisen väylän liikennemäärän ja samalla sen aiheuttaman melutaso. Liikenteen keskittäminen tietyille väylille on tehokasta, jos liikenne suojattavassa kohteessa vähenee merkittävästi.

Nopeusrajoituksen merkitys melutasoon

Nopeusrajoituksilla voidaan alentaa melutasoa jonkin verran. Nopeuden alentaminen 100-80-60 km/h alentaa melutasoa 2-3 dB jokaista 20 km/h vähenemistä kohti /17/.

Ajoneuvokoostumuksen merkitys melutasoon

Tieliikenteessä raskaat ajoneuvot ovat meluisampia kuin henkilöautot, vaikka kuorma-autojen osuus liikenteessä on vain n. 15 %. Yksittäisen kuorma-auton melupäästö on n. 10 dB suurempi kuin henkilöauton. Nopeudella 50 km/h yksi raskas ajoneuvo vastaa kymmentä kevyttä. Kerroin pienenee nopeuden noustessa siten, että nopeudella 100 km/h raskas vastaa viittä kevyttä ajoneuvoa /22/.

Raskaan liikenteen reittien pitäisi aina kulkea mahdollisimman kaukana asuntoalueiden ulkopuolella. Taajamissa raskas liikenne pitäisi keskittää läpikulkukaduille. Joissakin tapauksissa olisi harkittava yön aikaisen liikenteen rajoittamista. Yleisillä teillä raskaalle liikenteelle voidaan antaa reit-tisuosituksia.

Ajotavan merkitys melutasoon

Rauhallinen ajotapa ja moottoriajoneuvon säännöllinen huolto pitävät melutasot alhaisina. Hyödyt, joita liikennesuunnittelun keinoin saavutetaan, romuttuvat usein kuljettajien ajotapaan ja ajoneuvon kuntoon, sillä äänihuiput eivät johdu liikennevirrasta, vaan yksittäisistä ajoneuvoista. Yksittäisten ajoneuvojen aiheuttama häiriö saattaa muodostua ongelmaksi erityisesti yöaikaan.

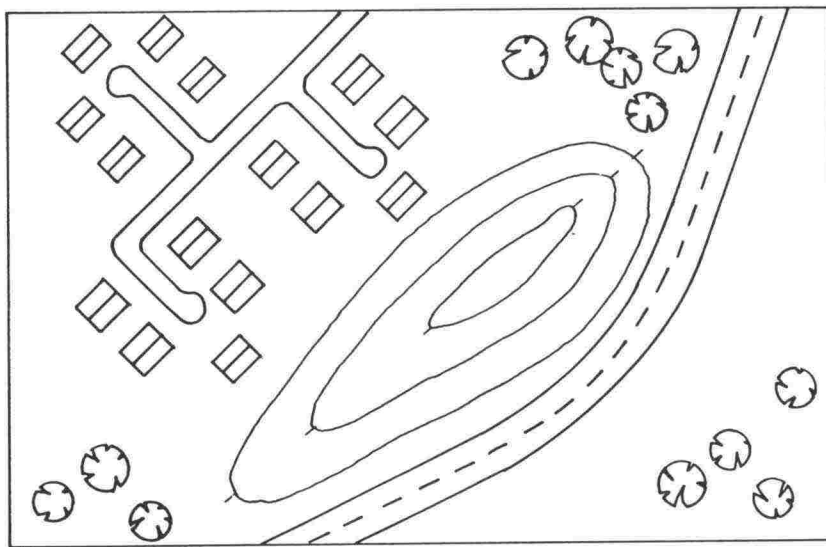
4.4 Tiensuunnittelun keinot

Tiensuunnittelulla voidaan merkittävästi vaikuttaa sekä liikennemelun aiheuttamiin häiriöihin että melualueen leveyteen useilla eri keinoilla:

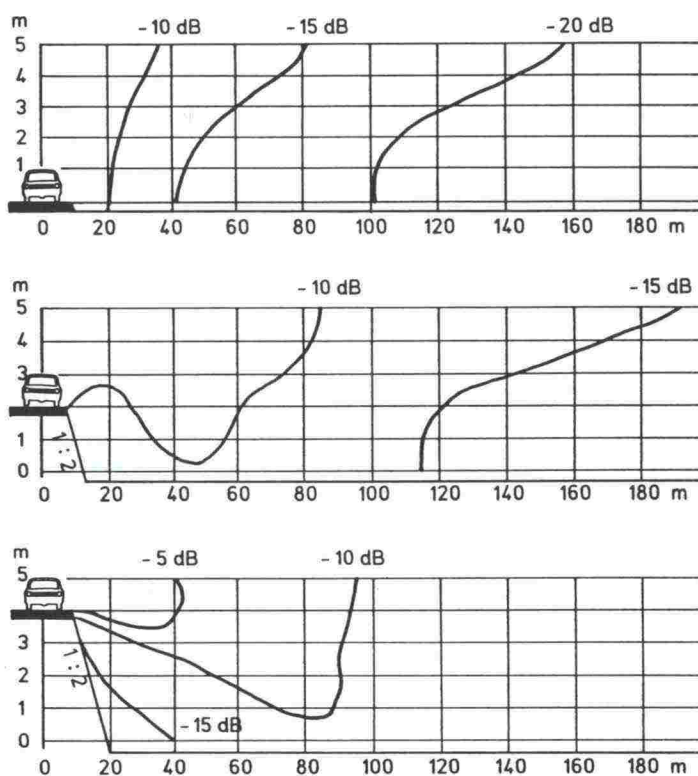
- Maaston muotoja käytetään hyväksi meluesteenä
- Ajorata sijoitetaan leikkaukseen aina kun siihen on mahdollisuus
- Väylä linjataan mahdollisimman kauas meluherkistä toiminnoista
- Eritasoliittymissä päätie sijoitetaan leikkaukseen ja sitä risteävä tie johdetaan ylitse.

Rakentamattomassa ympäristössä on helppoa sijoittaa tie paikkaan, jossa siitä ei ole haittaa asuinalueille. Kuitenkin on tietä sijoitettaessa otettava huomioon melun vaikutukset luonnon alueiden virkistyskäyttöön ja eläimistöön.

Rakennetussa ympäristössä tie voidaan sijoittaa esimerkiksi varasto- tai teollisuusalueiden tuntumaan, joilla ei ole meluherkkiä toimintoja.



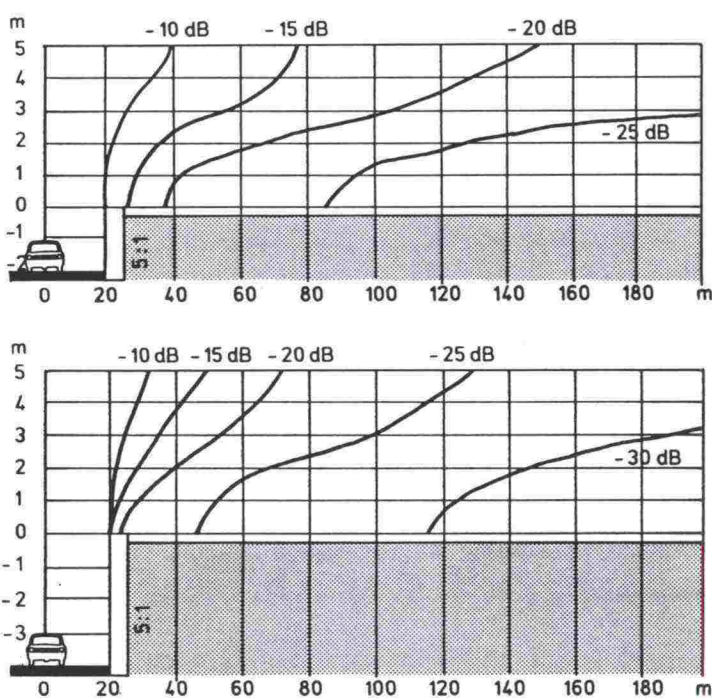
Kuva 12: Maastomuotoja hyväksikäyttävä linjaus.



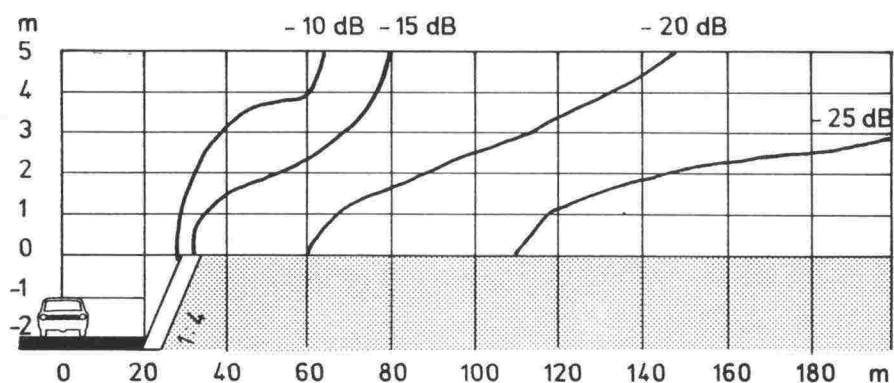
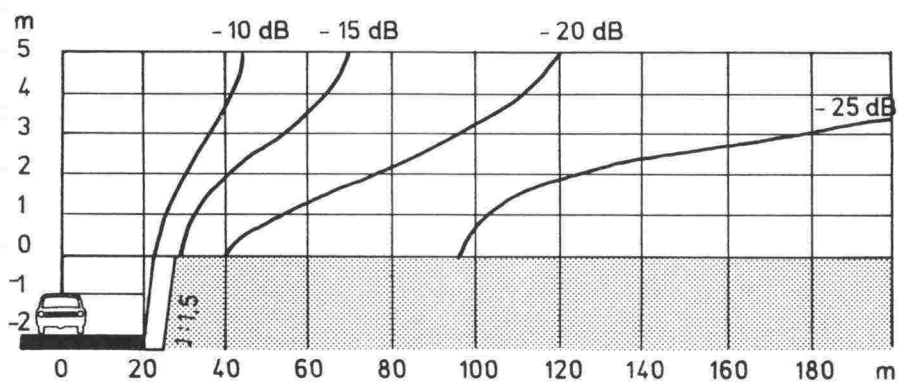
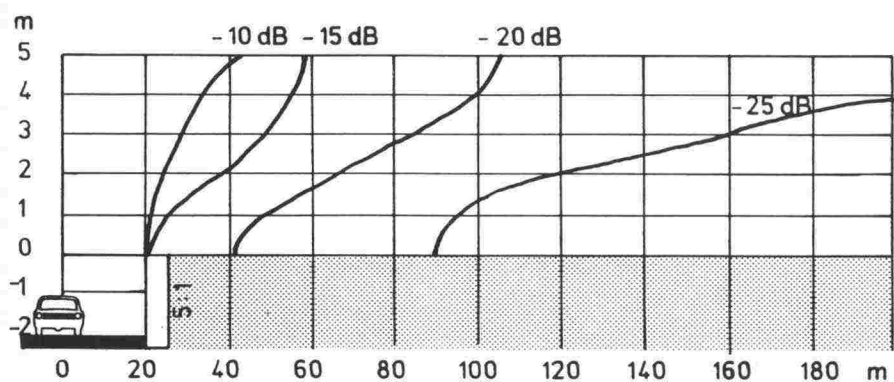
Kuva 13: Esimerkkejä pengerkorkeuden vaikutuksesta melutasoon.

Tien taseus

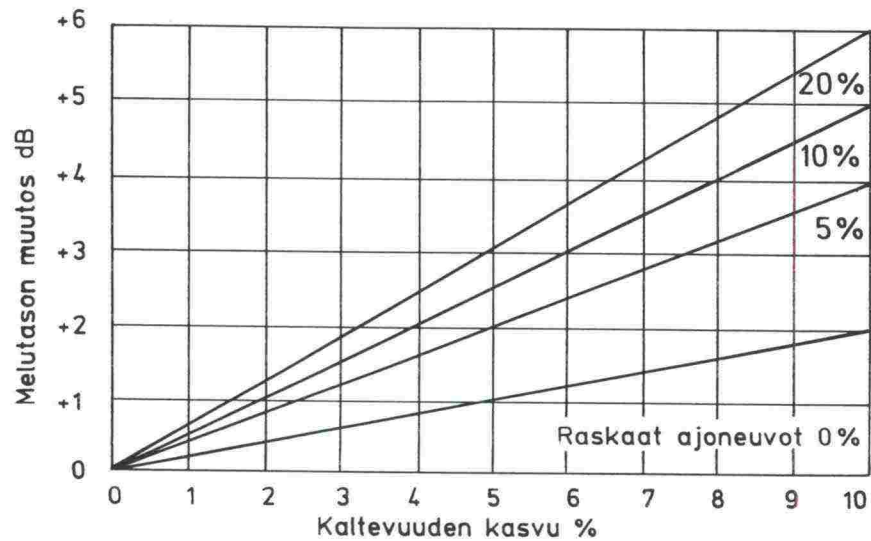
Kun tien taseusviiva on ympäröivän maanpinnan alapuolella, saadaan sama vaikutus kuin melusteella. Tieleikkaus vaimentaa ääntä tehokkaasti. Penke-reeltä ääni leviää hyvin ympäristöön.



Kuva 14: Esimerkkejä leikkaussyvyyden vaikutuksesta melutasoon.



Kuva 15: Esimerkkejä luiskakaltevuuden vaikutuksesta melutasoon.

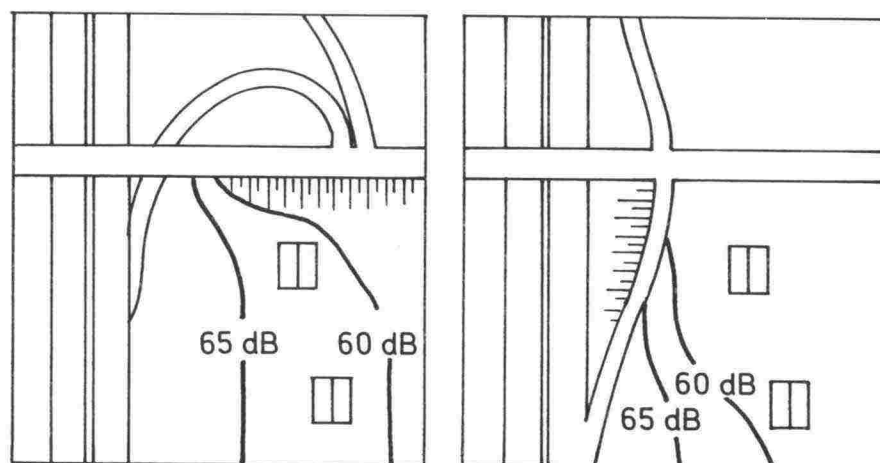


Kuva 16: Pituuskaltevuuden vaikutus melutasoon.

Pituuskaltevuuden kasvu lisää melutasoa. Lisäyksen suuruus riippuu raskaiden ajoneuvojen osuudesta.

Liittymät

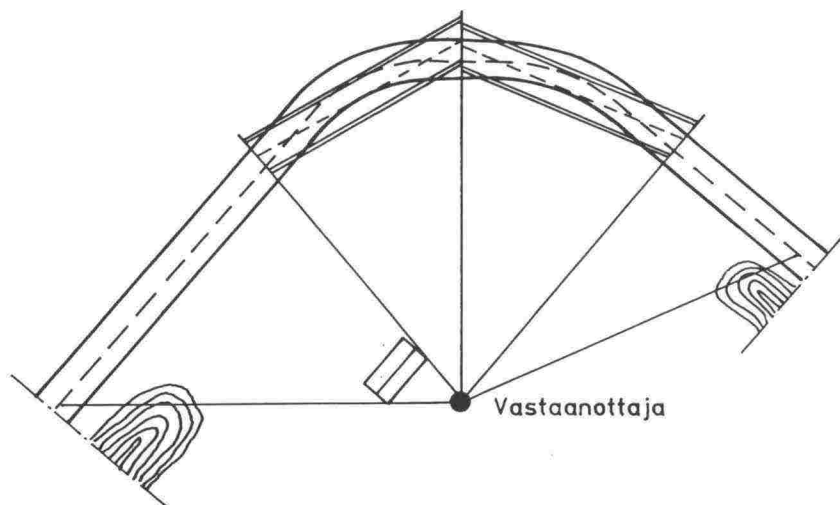
Liittymäalueilla on huomioitava erikseen päätien, risteävän tien ja ramppien melutasot sekä niiden yhteisvaikutus. Tasoliittymissä ekvivalentti melutaso ei yleensä ole korkeampi kuin eritasoliittymissä, koska nopeudet ovat alempia. Hetkellinen melutaso sen sijaan voi tasoliittymässä olla kiihdytysten vuoksi korkeampi kuin eritasoliittymissä. Eritasoliittymissä rampit toimivat päätien meluvalleina. Melunsuojausvaikutusta voidaan tehostaa liittymäjärjestelyillä ja ramppien muotoilulla.



Kuva 17: Eritasoliittymän rampilla aikaan saatu suojausvaikutus.

Kaarevuus

Kun tie on kaareva, tulee tieosalta vastaanottopisteeseen melua eri tavoin eri suunnista, ja melulähde on kauan lähellä kuulijaa. Tämä saattaa lisätä melutasoa vastaanottopisteessä. Laskentaa varten on tie jaettava tällöin pienempiin osuuksiin kuvan 18 osoittamalla tavalla.



Kuva 18: Tien jakaminen osiin meluarviointia varten kaarteiden kohdalla.

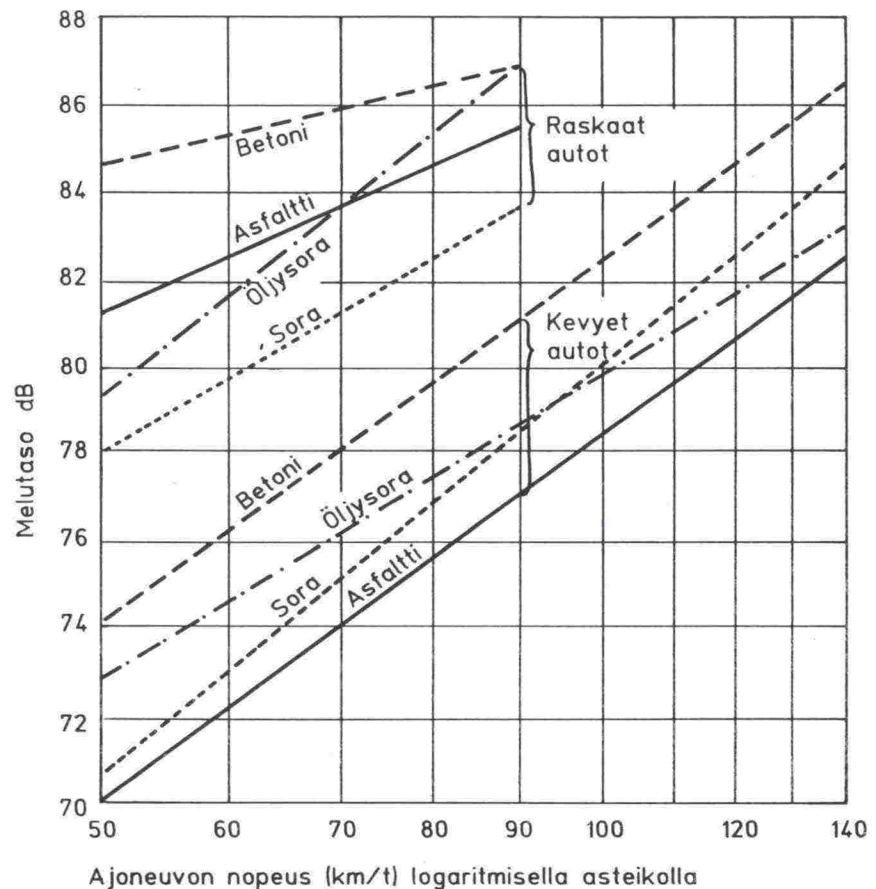
Päällysteen merkitys melun torjunnassa.

Syksyn 1989 ja kevään 1990 aikana tiehallitus teetti esitutkimuksen eri päällystetyyppien vaikutuksesta ajoneuvojen rengasmeluun /17/. Päällystetyyppien erot vaihtelivat 4-5 dB. Talven aikana päällysteiden meluisuus lisääntyi kulumisen vuoksi 1-2 dB. Nastarengas todettiin 3-4 dB kesärengasta meluisammaksi.

Tyypillinen hiljainen päällyste oli uusi asfalttibetonipäällyste. Betonitie kuului meluisimpien joukkoon. Kumiasfaltti erosi mittauksissa äänensävyltään mutta ei melun voimakkuudeltaan muista.

Märkä tienpinta on 2-4 dB meluisampi kuin kuiva. Suolaus tekee tienpinnan märäksi ja on sen vuoksi melutason kannalta epäedullinen toimenpide.

Melutason kannalta olisi edullista, jos päällyste pystyisi absorboimaan ääntä. Tässä suhteessa varsinkin ulkomailla on tehty tutkimuksia ja kehitystyötä, jonka perusteella vettäläpäisevien, avoimien päällysteiden rakentaminen on selvästi lisääntynyt. Talviolosuhteiden kannalta on ongelmallista se, että päällysteet kestävät huonosti nastarenkaiden kulutusta. Lisäksi liukkauden torjunnassa tarvitaan selvästi useampia suolaus- ja aurauskertoja kuin sileäpintaishalla päällysteellä.



Kuva 19: Melutason riippuvuus ajonopeudesta eri päällystelaaduilla.

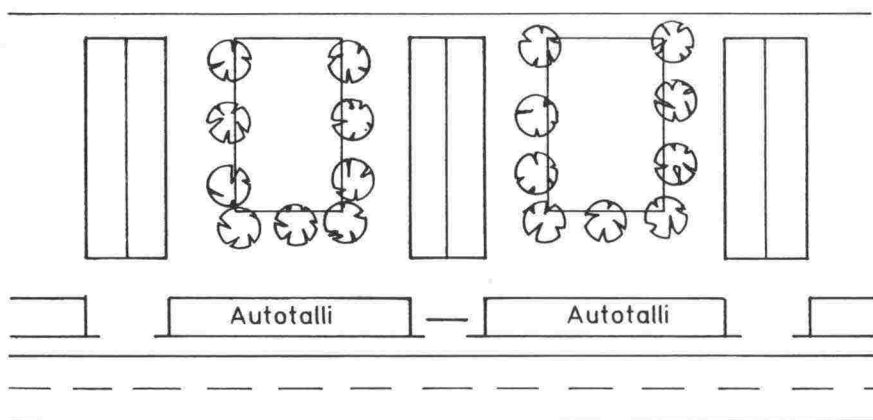
4.5 Toimenpiteet tontilla ja rakennuksessa

Uudis- ja korjausrakentaminen

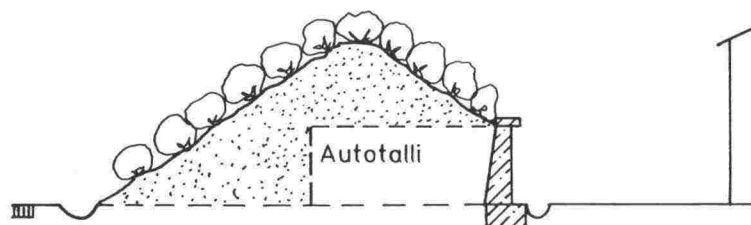
Taajamissa voidaan korttelin sisälle muodostaa melulta suojattu alue rakentamalla kortteli umpinaiseksi ja ohjaamalla asukas- ja huoltoliikenne sisään yhdeltä kadulta.

Uusilla asuntoalueilla voidaan tontin tienpuoleiseen reunaan rakentaa varastotiloja ja autotalleja tai -katoksia. Tien reunan rakennukset sinänsä jo suojaavat liikennemelulta. Lisävaimennusta saadaan esim. rakentamalla autotalli tai varasto osittain tien ja tontin väliseen meluvalliin. Asuntojen tienpuoleinen seinä voi olla melko umpinainen, pihat ja parvekkeet sijoitetaan melulta suojatulle puolelle.

Korjausrakentamisessa rakennusten ulkoseinien äänieristävyyden keskeisiä parannuskohteita ovat ikkunat ja ovet. Tällöin saavutettavaan ääneneristävyydestä vaikuttaa mm. ikkunapinta-alan osuus koko seinäpinnasta. Ulko-ovien osalta voidaan mainita mm. tuulikaapin edullinen vaikutus.



Kuva 20: Tontin tienpuoleiset rakennukset suojaavat liikennemelulta.



Kuva 21: Meluvallin sisään rakennettu autotalli tai varastotila.

Rakenteet

Asuintilojen ääneneristyksen heikoimmat kohdat ulkoa tulevan melun kannalta ovat ikkunat ja tuloilma-aukot. Parhaimmillaan ikkunoiden ääneneristävyys voi olla 38-40 dB. Tällainen ääneneristävyys riittää juuri ja juuri vilkkaimpien väylien varrella alittamaan päiväaikaiselle sisämelutasolle annetun 35 dB:n ohjearvon.

	$L_{\text{ulkona}} - L_{\text{sisällä}} \text{ (dB)}$
ikkuna auki	< 5
ikkuna vähän auki	< 10
suljettu avattava ikkuna:	
- 2-lasinen	25-30
- 3-lasinen	30-35

Kuva 22: Ikkunoiden keskimääräisiä ääneneristävyksiä /1/.

Nykyiset ilmanvaihtosäännökset edellyttävät riittävää ulkoilman saannin järjestämistä. Tämä on johtanut usein melutason kohoamiseen asuintiloissa. Melualueilla tuloilma-aukot tulisi sijoittaa pihan puolelle ja varustaa ääniloukulla.

Pohjaratkaisut

Liikennemelun huomioon ottaminen asunnon pohjaratkaisua suunniteltaessa tarkoittaa sitä, että melua paremmin sietävät toiminnot (keittiö, kylpyhuone, eteinen) sijoitetaan liikenneväylän puolelle ja olohuone sekä makuuhuoneet pihan puolelle.

Käyttötarkoituksen muutos

Jos hyväksyttävää melutasoa ei saavuteta muilla ratkaisuilla, eräs keino on muuttaa huoneiston käyttötarkoitusta.

5 MELUSELVITYKSET TIENSUUNNITTELUSSA

Tiensuunnittelussa liikenteen aiheuttaman melun vaikutusten arviointiin käytetään pääasiassa melutasojen laskentaa. Laskentamallien tietokonesovellutusten kehittymisen myötä arvioiminen on tullut entistä helpommaksi.

Aina laskenta ei kuitenkaan yksinään riitä, vaan tarvitaan myös mittauksia. Mittauksissa tuloksiin vaikuttavat mm. mittauspaikan valinta ja sääolosuhteet. Tästä johtuen mittaukset on toteutettava riittävän laajasti, jotta niiden antamia tuloksia voidaan pitää edustavina.

Laskennalliset melutarkastelut soveltuvat seuraaviin tapauksiin

- melutilannetta on selvitettävä laajalla alueella (esim. pääsuuntavaihtoehdot)
- melulähdettä ei ole vielä rakennettu
- halutaan arvioida tulevaisuuden melutilanteita
- vertaillaan erilaisia melutasoon vaikuttavia tekijöitä (esim. linjaus- ja tasausvaihtoehdot)
- halutaan arvioida suunniteltujen meluntorjunta-toimenpiteiden vaikutusta

Mittaukset soveltuvat tapauksiin, joissa

- tarkasteltava melulähde on jo olemassa
- halutaan tietää tulos muutamasta pisteestä tai rajatusta kohteesta
- laskenta olisi työlästä esim. maaston monimuotoisuuden vuoksi
- melutasosta on kiistaa esim. korvauskysymysten osalta, jolloin on tarpeen tehdä sekä mittaus että laskennallinen tarkistus.

Tiehankkeiden vaikutusselvitykset - ohjeiden B -osaan on koottu keskeisimmät tarkastelumenetelmät ja niiden käyttö melun osalta /22/. Melukasetissa on tarkemmin esitetty, minkä taseisia meluselvityksiä tiensuunnittelun eri vaiheissa tehdään ja kuinka tulokset esitetään.

Tieliikennemelun laskentamallin opaskirjasessa on esitetty yksityiskohtaiset ohjeet laskennan suorittamisesta /21/. Laskentamallin uudistettu painos ilmestyy 1991. Siihen on lisätty lähinnä kaupunkien keskusta-alueella tarvittavia lisäkorjauksia /1/. Tämän oppaan loppuun on liitetty melutasojen karkeata arviointia varten kehitetyt yksinkertaistetut laskentamallit (Liite 2).

5.1 Meluselvitykset verkkotarkasteluissa

Liikenneverkkojen ympäristövaikutusten tarkastelun yhteydessä voidaan laskentamallia käyttää hyvin karkeasti antamaan yleiskuva melualueiden laajuudesta. Tiehallituksen päätieverkon kehittämishankkeiden arviointiohjelmassa (KEHAR) käytetään laskentamallia suppeasti. Ohjelma antaa päiväajan (klo 7-22) melulle kaksi tunnuslukua, äänitason tien vieressä ja 55 dB:n melualueen etäisyyden tiestä. Verkkotarkasteluvaiheessa riittää, kun liikennevirran muuttumisen vaikutukset esitetään melutasoina /22/.

5.2 Meluselvitykset tarveselvitysvaiheessa

Tarveselvitysvaiheen meluselvityksellä luodaan edellytykset käsitellä hanketta koskevia meluvaikutuksia mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Potentiaaliset meluhaitan kohteet inventoidaan (asuntoalueet, työpaikka-alueet, virkistysalueet), samoin muut melulle herkäät toiminnot (sairaalat, koulut, päiväkodit).

Kohderyhmittäin tarkastellaan ympäristön vaatimustasoa ja esitetään kullekin kohteelle sovellettavaa ohjearvoa. Mahdollisuuksien mukaan otetaan huomioon myös tulevat maankäytön suunnitelmat ja arvioidaan yhteisvaikutusta muiden merkittävien melulähteiden kanssa.

Tarveselvitysvaiheen meluselvityksen tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman luotettava riskikartoitus, jonka tuloksena saadaan alustavat tiedot häiriintyvien määrästä ja suojaustarpeesta vaihtoehtoisin vertailua varten.

Tarveselvitysvaiheen pohdintoihin kuuluu mm. miettiä, onko melua parempi viedä sinne, missä melua on ennestään vai välttää lisäkuormittamasta juuri tällaisia alueita.

5.3 Meluselvitykset yleissuunnitelmavaiheessa

Yleissuunnitelmavaiheen meluselvityksessä pääpaino on vaihtoehtojen tutkimisella. Liikenteestä aiheutuva melutaso lasketaan käytettävissä olevista maasto- ja tasaustiedoista. Tulokset esitetään meluvyöhykkeinä kartalla. Tarvittaessa merkitään näkyviin alueet, joissa suojausta tarvitaan.

Melusuojauksen toteuttamistapaa luonnostellaan ja ideoidaan suojaukseen käytettävää keinovalikoimaa. Kiinteistöjen ja asukkaiden määrät tarkennetaan ohjearvojen mukaisilla melualueilla. Virkistysalueet mitataan pinta-aloina ja ulkoilureittien pituuksina. Tutkitaan tarkemmin, missä ohjearvot ylittyvät yhteisvaikutuksen, missä taas hankkeen vaikutuksen seurauksena.

Suojaustarpeet kootaan alueittain ja keinovalikoimasta nimetään vaihtoehtoiset toimenpiteet. Melusuojaustavat valitaan ja mitoitetaan karkeasti.

5.4 Tiesuunnitelmavaiheen meluselvitykset

Tiesuunnitelmassa esitetään julkisesti käsiteltäväksi syntyvä melutilanteen muutos sekä meluntorjuntatoimenpiteet. Tiesuunnitelmavaiheessa tehdään suojauksen yksityiskohtainen suunnittelu eli laaditaan melusteiden sijoitus-suunnitelmat ja julkisivukuvat lupien ja lausuntojen hankkimiseksi.

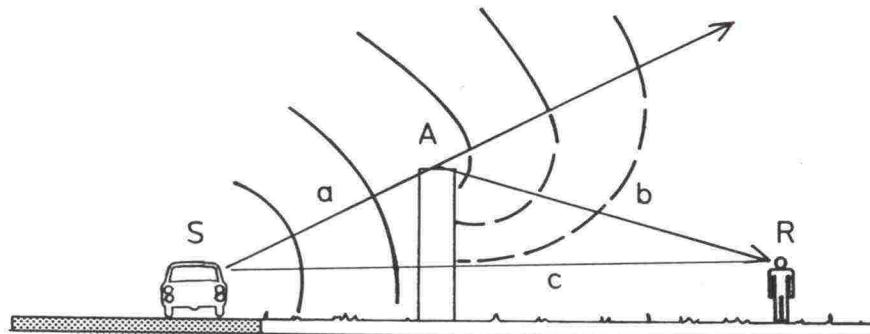
Melun kohteet inventoidaan tarkentuneiden suunnitelma-asiakirjojen ja suojaussuunnitelman tiedoilla. Rakentamisaikaiset haitat inventoidaan sekä työmaan ympäristössä että maa-aineksen ottopaikoilla. Meluhaittoja voi syntyä myös tilapäisistä liikennejärjestelyistä.

6 MELUESTEET

6.1 Esteen ominaisuudet

Akustiset perusteet, taittuminen ja läpäisy

Äänen kulkutiellä olevan esteen aiheuttamaan vaimennukseen vaikuttavat ensi sijassa esteen mitat ja äänen taajuus. Meluesteen tehoon vaikuttaa ratkaisevasti äänen kulkeman reitin taittumisen jyrkkyys. Jotta meluesteet olisivat tehokkaita, niiden on oltava tarpeeksi pitkiä ja korkeita.



Kuva 23: Melueste äänen kulkutiellä.

Näkölinjan yläpuolella (S-A) ei meluesteellä ole merkittävää vaikutusta. Linja S-R on taittunut ääni.

Meluesteen aiheuttama vaimennus varjoalueella on verrannollinen esteen yli kulkeneen äänen ($a+b$) ja ilman estettä suoraan kulkeneen äänen (c) matkeroon ($a+b-c$) (kuva 23). Matalat äänet vaimenevat esteen vaikutuksesta vähemmän kuin korkeat äänet. Varjoalueen ulkopuolella vaimennus on vähäistä ja myös varjoalueella vaimennus käytännön esteillä on suurimmillaan 15-20 dB äänen varjoalueelle taipumisen johdosta.

Osa melusta läpäisee esteen. Esteen ääneneristykseen on oltava niin hyvä, että läpitulevalla äänellä ei ole merkitystä melun vastaanottajalle. Pyrittäessä 15 dB vaimennukseen esteen takana, esteen on vaimennettava esteen läpäisevää ääntä vähintään 25 dB eli 10 dB enemmän kuin esteen ylittävää ääntä/8/.

Heijastuminen

Ääni heijastuu kovista pinnoista periaatteessa samalla tavalla kuin valo peilistä. Melutasoja arvioitaessa ja suojaustoimenpiteitä suunniteltaessa on aina otettava huomioon äänen heijastuminen rakennuksista, maa- ja kal-
lioleikkauksista sekä meluesteistä.

Tien reunassa oleva rakennus, kalliioleikkaus tai melueste voi heijastaa melua tien yli vastakkaiselle puolelle. Suurin merkitys heijastumisella on tilanteissa, joissa tien vastakkaisessa reunassa on jokin vastaava rakenne, joka muutoin estää tieltä tulevan melun.

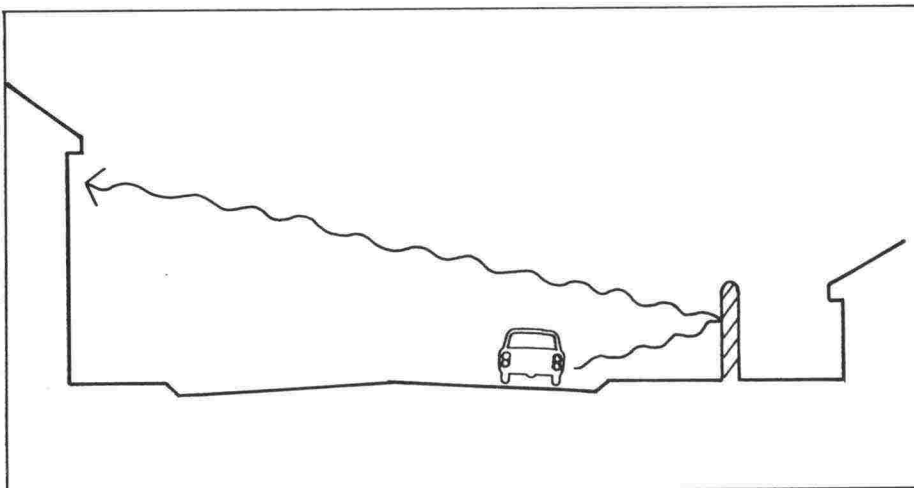
Merkittävän voimakas heijastus saattaa syntyä, kun

- pinta on akustisesti kova (lähes kaikki rakennusmateriaalit, paitsi huokoiset akustiikkalevyt)
- pinta on riittävän korkea (yli 0,5 m)
- pinta on riittävän pitkä (yli 5-10 m).
- heijastava pinta on riittävän lähellä ajorataa (pieni pinta alle 5-10 m päässä, suuri talon seinä voi vaikuttaa vielä 50 m-100 m etäisyydeltä)

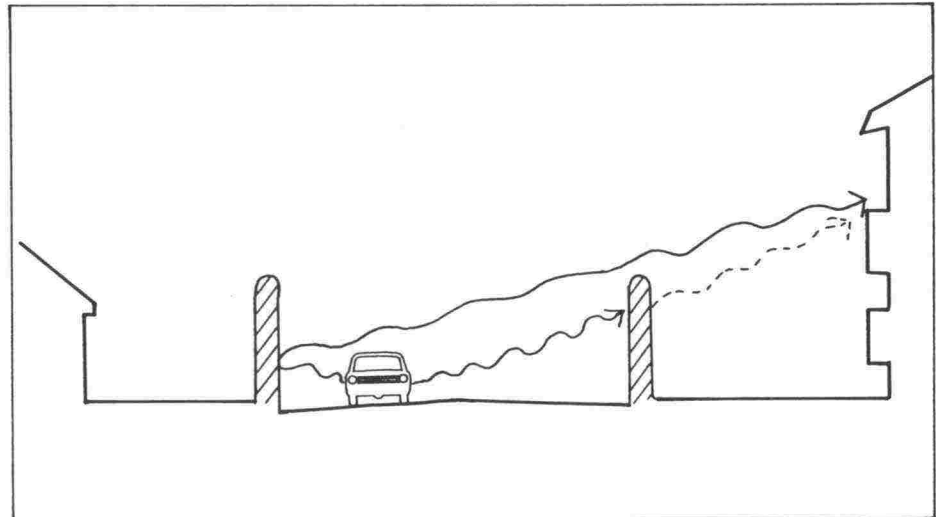
Heijastusten vaikutus on aina otettava huomioon, kun tien molemmilla puolilla on melueste.

Toinen heijastusmekanismi vaikuttaa melutasoon samalla puolella kuin missä heijastava pinta on, jos heijastava pinta on hyvin lähellä tietä. Esteestä heijastunut ääni heijastuu uudelleen ajoneuvon kyljestä. Melu nousee ikäänkuin ajoneuvon (erityisesti bussien ja umpilava -autojen) ja esteen välisessä solassa yli meluesteen. Eniten tällä ilmiöllä on merkitystä silloin, kun poikkileikkaukset ovat katumaisten ahtaita.

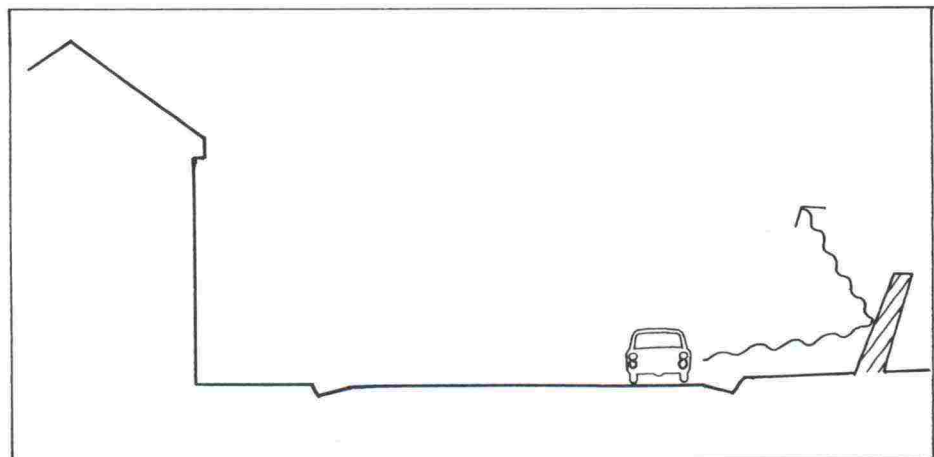
Meluseinien rakenneteknisissä laatuvaatimuksissa on esitetty kriteerit myös heijastusominaisuuksille /8/.



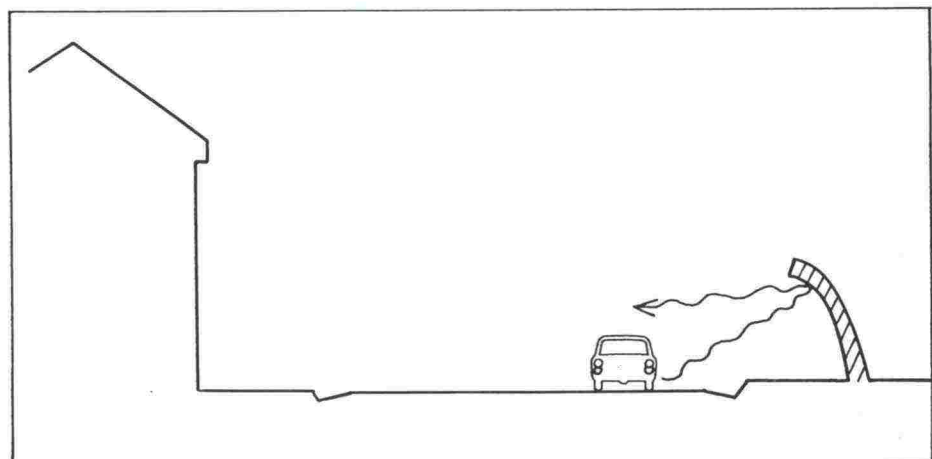
Kuva 24: Melueste voi heijastusvaikutuksen ansiosta jopa lisätä melua asuinympäristössä.



Kuva 25: Meluesteet tien molemmin puolin. Suoraan etenevä ääni vaimenee esteen vaikutuksesta, mutta heijastuva ääni ylittää esteen.



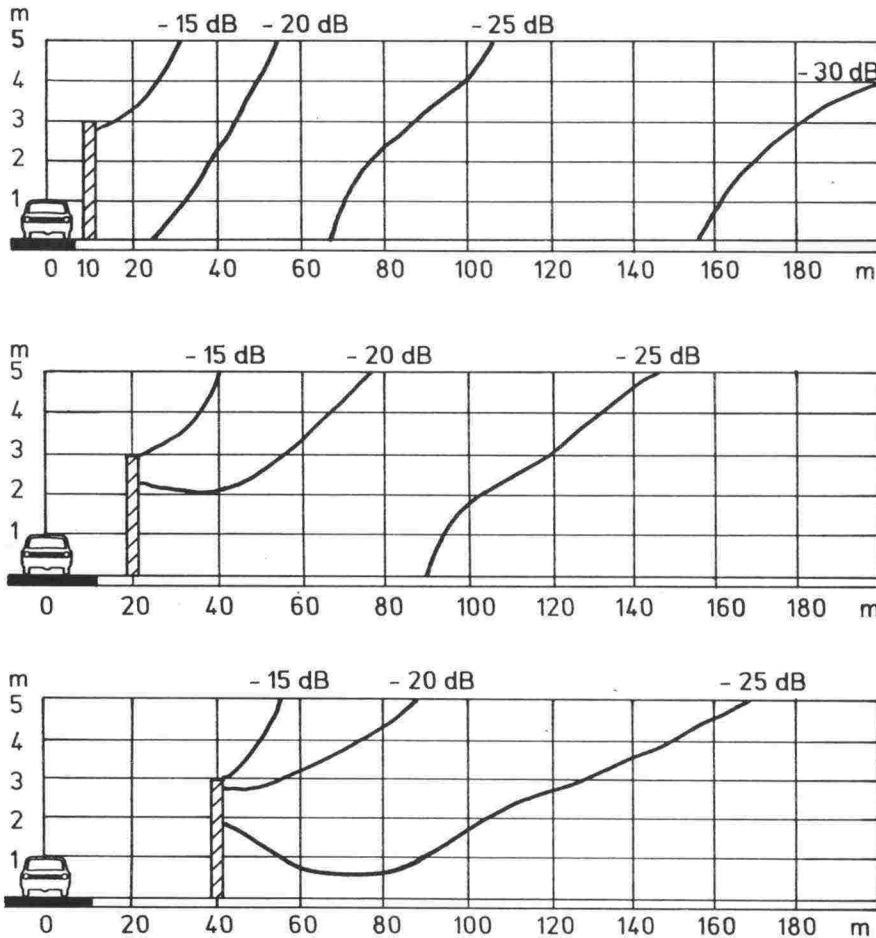
Kuva 26: Vino melueste heijastaa ääntä ylöspäin, jolloin heijastuksen merkitys on pieni.



Kuva 27: Kaaren muotoiset elementit heijastavat äänen takaisin ajoradalle.

6.2 Esteen vaikutus

Meluesteet voivat olla ääntä heijastavia tai ääntä imeviä eli absorboivia. Jos melueste on ääntä heijastava, se lisää äänenpainetasoa äänilähteen puolella. Meluesteestä ajoneuvojen ja muiden heijastavien pintojen kautta heijastunut ääni voi lisätä äänenpainetasoa myös esteen takana. Tekemällä melueste ääntä absorboivaksi meluesteen tuottama vaimennus paranee 1-5 dB.



Kuva 28: Esimerkkejä meluesteen sijainnin vaikutuksesta vaimennustehoon.

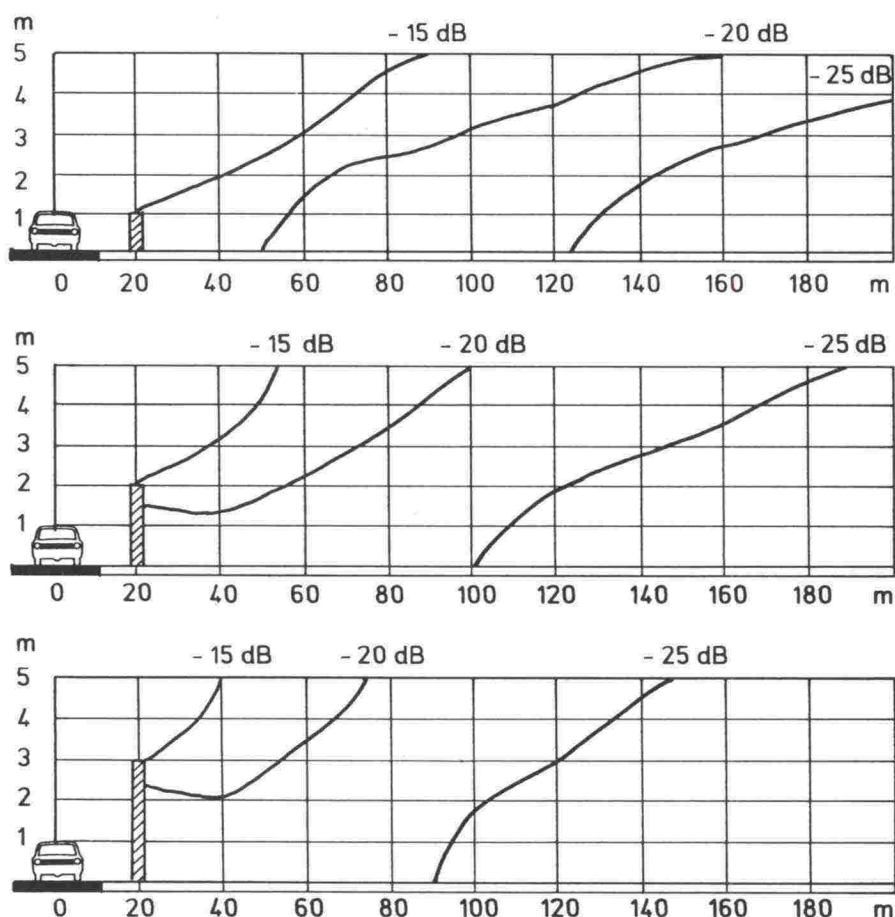
Esteen sijainti

Este suojaa melulta sitä paremmin mitä lähempänä se on joko melulähdettä tai vastaanottopistettä.

Esteen korkeus

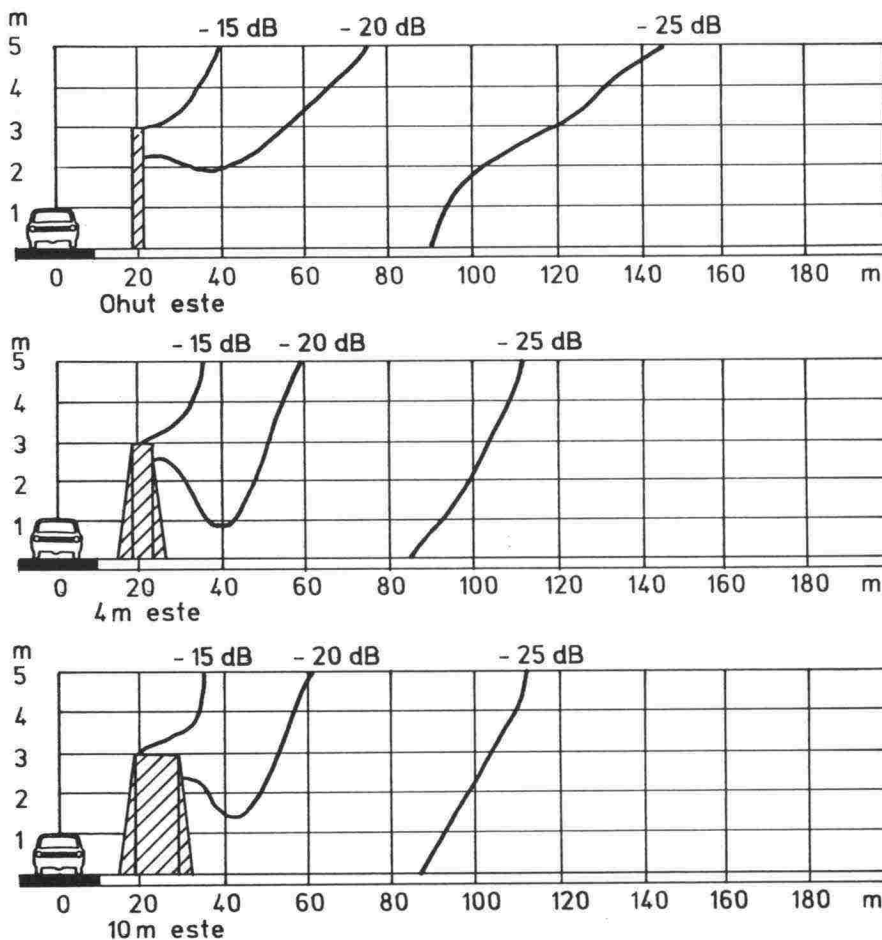
Este alkaa toimia melun vaimentajana, vaikka äänilähde vielä näkyisikin kuuntelupisteeseen. Toimiakseen kohtuullisesti esteen pitäisi nousta 0,5-1,0 m näkölinjan yläpuolelle. Näkölinjan korkuinen este vaimentaa melua enintään 5 dB.

Meluseinä voidaan yleensä rakentaa matalampana kuin meluvalli, koska seinä voidaan sijoittaa lähemmäksi ajorataa.



Kuva 29: Esimerkkejä meluesteen korkeuden vaikutuksesta vaimennustehoon.

Esteen muoto ja paksuus



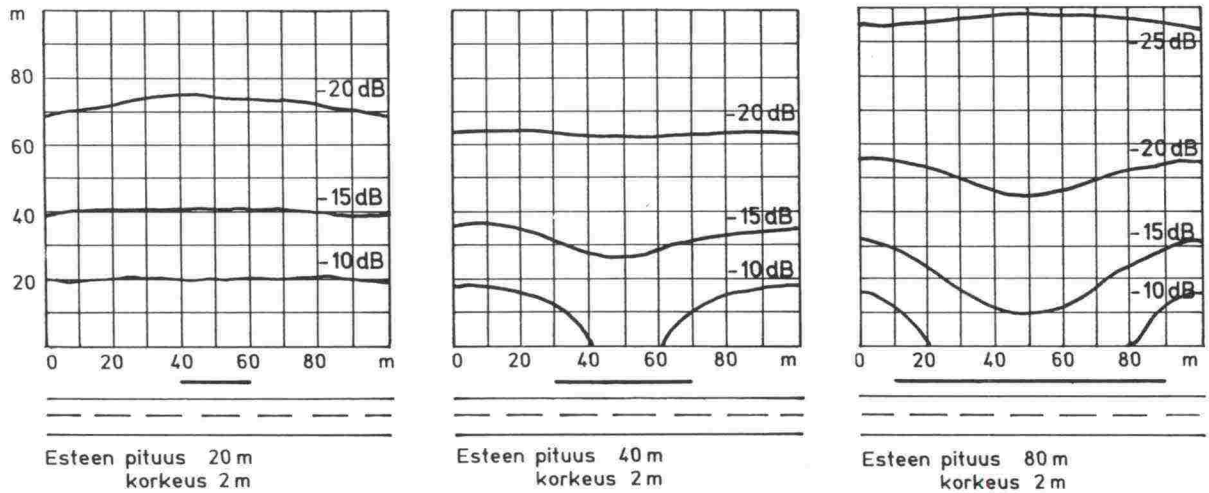
Kuva 30: Esimerkkejä meluesteen paksuuden vaikutuksesta vaimennustehoon.

Meluesteen muoto ja paksuus vaikuttavat myös meluesteen tehokkuuteen. Maavalli on tehokkuudeltaan samankorkuista ohutta estettä parempi, koska vallin harja on ääntä absorboiva, pehmeä. Muutoin tehokkuus olisi hieman huonompi.

Jos este on paksumpi kuin 0,5 m, estevaimennus kasvaa verrattuna ohueeseen esteeseen. Tästä johtuen rakennusten aiheuttama vaimennus on merkittävä.

Esteen pituus

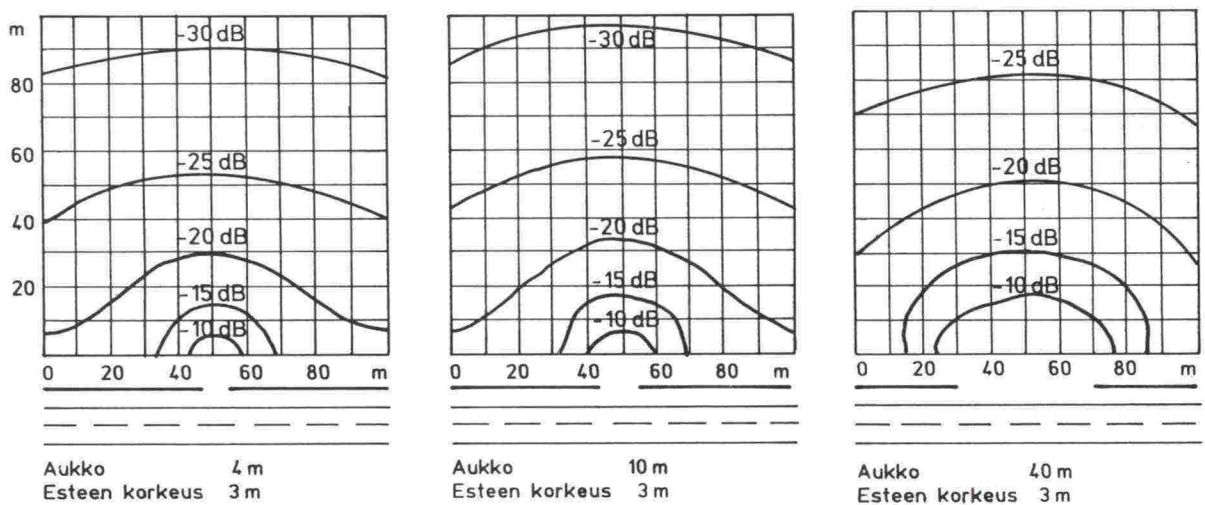
Jotta ääni ei pääsisi kiertämään suojattavaan kohteeseen esteen pään kautta, on estettä rakennettava riittävästi ohi kohteen. Meluseinän kokonaispituutta voivat rajoittaa maisemalliset tekijät.



Kuva 31: Esimerkkejä meluesteen pituuden vaikutuksesta vaimennustehoon.

Aukko esteessä

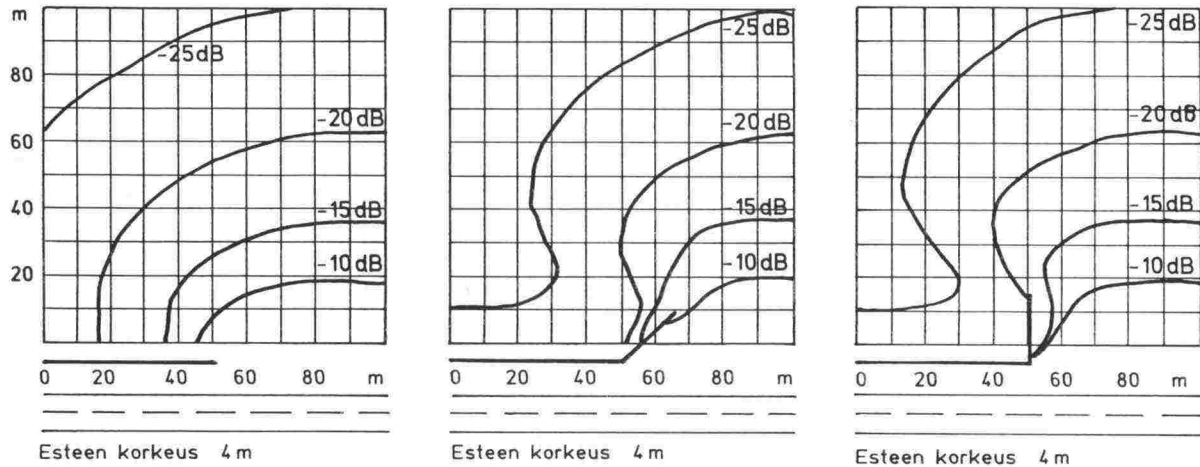
Esteessä olevan aukon läheisyydessä ei esteellä ole vaimennusvaikutusta.



Kuva 32: Esimerkkejä esteessä olevan aukon vaikutuksesta vaimennustehoon.

Esteen päiden muotoilu

Melu kiertää esteen taakse myös päiden kautta. Esteen pään muotoilulla voidaan jonkin verran vaikuttaa vaimennustehoon ja etäisyyteen.



Kuva 33: Esimerkkejä esteen pään muodon vaikutuksesta vaimennustehoon.

6.3 Esteen sijoitus

Esteen sijoittamisessa on melun vaimentamistarkoituksen ohella otettava huomioon maasto ja maisema sekä tien käyttäjien että ympäristön kannalta. Muita esteen sijoittamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat liikenneturvallisuus, toteuttamista rajoittavat rakenteet (putket, johdot, pysäkit, opasteet), lumitila, toiminta-aukkojen tarve, kunnossapito, paloturvallisuus sekä pakokaasujen kertymisriskit.

Päätiet erotetaan asutuksesta ensisijaisesti riittävää etäisyyttä, maaston luontaisia korkeuseroja ja kasvillisuutta hyväksi käyttäen. Mikäli melun vaimentamiseksi päätien varrella tarvitaan lisäsuojaustoimenpiteitä, voidaan rakentaa alue-este.

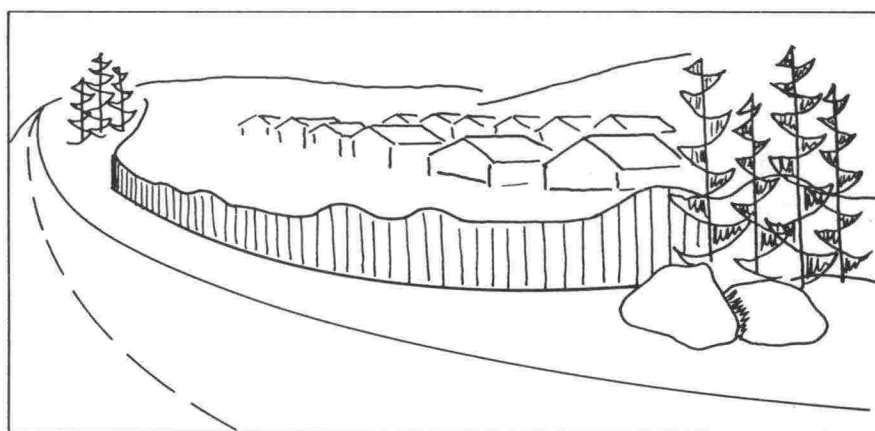
Alue-este

Alue-este sijoitetaan yleensä tien varteen, mutta se suunnitellaan juuri kyseiselle alueelle tunnusomaiseksi maiseman osaksi. Tämän tehtävän täyttää usein parhaiten maavalli. Maavallin tuottaman vaimennuksen parantamiseksi on kuitenkin mahdollista rakentaa vallin ja matalahkon meluseinän yhdistelmä. Alue-este on aina tarpeen varustaa ympäristön mukaisin istutuksin.

Alue-esteen pitää olla sopusoinnussa tien linjauksen kanssa. Esteen korkeudessa, etäisyydessä tiestä sekä yksityiskohdissa tarvitaan tilanteen mukaan vaihtelua. Esim. etäisyys ajoradasta mitoitetaan niin, että vallin eteen voi sijoittaa istutusryhmän.

Alue-esteen päättymiskohta vaatii suunnittelussa erityistä huomiota. Se on parasta sulauttaa maisemassa esim. penkereeseen, sillan maatukeen, tai häivyttää kasvillisuuden sekaan.

Esteen vaikutusta on syytä tarkastella perspektiivikuvin sekä ajoradalta että asuinrakennusten oleskelupihoilta ja sisätilojen ikkunoista avautuvina näkyminä.



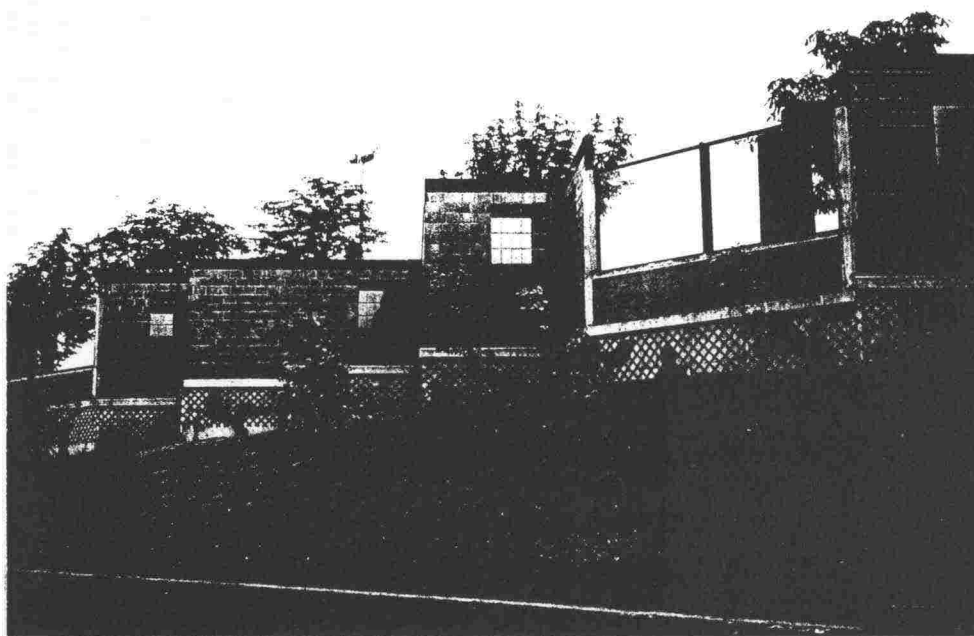
Kuva 34: Alue-este

Korttelieste

Tontteja voidaan suojata pää- tai kokoojakadun varteen sijoitetulla yhtenäisellä kortteliesteellä. Se on suunniteltava niin, että se koetaan luonnollisena osana ympäristöä. Ulkonäössä on otettava huomioon sekä asutus että tien käyttäjät.

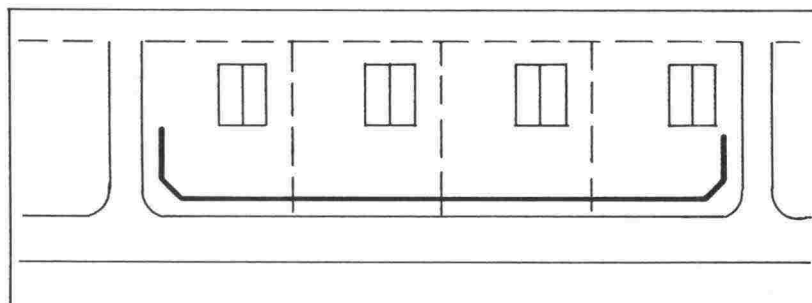
Tässäkin tapauksessa maavalli voi olla parhaiten ympäristöönsä sopiva este, jos sille on riittävästi tilaa. Istutukset valitaan alueen muuta kasvillisuutta vastaaviksi.

Meluesteenä olevan seinän korkeuden tulisi mieluummin olla alle 1,80 m. Tällöin se vielä voidaan käsitellä aidan tyyppisenä rakenteena, jonka pääaiheina ovat aidanpylväät ja niiden välinen vaakasuuntainen muoto. Korkeampi seinä on suunniteltava rakennusjulkisivun periaattein, jolloin eri elementtien välinen rytmi ja korkeussuuntainen jaottelu korostuvat.



Kuva 35: Rakennusjulkisivun periaattein toteutettu este.

Esteen sijoitus seuraa ensisijaisesti korttelien muotoa, ei tietä. Tällöin este voi olla tontinrajalla, puistoalueella tai muulla alueella, joka ei ole tiealuetta. Tienpitäjän ja muiden viranomaisten tulee silloin yhdessä sopia esteen tekemisestä ja kunnossapidosta. Kun on kyse yleisestä tiestä, ei tässä vaiheessa ole mahdollista edellyttää, että tienpitäjä rakentaa tai ylläpitää meluestettä muualla kuin tiealueella tai tien liitännäisalueella.



Kuva 36: Kortteliesteen suojausperiaate.

Tonttieste

Yksittäinen tontti tai osa siitä on suojattavissa tonttiesteellä. Usein tontin koko asettaa rajoituksia esteen pituudelle eikä merkittäviin melutasojen alennuksiin päästä ilman esteen päiden muotoilua tai yhdistämistä rakennuksiin tai sopiviin maastokohtiin.

Rakennuksiin sidottava este

Korttelieste voidaan korvata rakennuksiin sidottavalla esteellä silloin, kun rakennukset sijaitsevat lähellä tietä ja piha- ja oleskelualueet ovat talojen suojaisalla puolella.

Rakennuksiin sidotut esteet suunnitellaan muodoiltaan, materiaaleiltaan ja yksityiskohdiltaan rakennusten osina. Paloturvallisuuteen on erityisesti kiinnitettävä huomiota.

Rakentamista on säädeltävä detaljikaavalla tai kunkin tontinomistajan kanssa erikseen sopien.



Kuva 37: Rakennuksiin sidottu este.

Etäisyys tiestä

Liikenneturvallisuuden takia melueste on sijoitettava riittävälle etäisyydelle ajoradasta törmäysten estämiseksi ja mahdollisten törmäysvaikutusten vähentämiseksi. Melueste ei saa rajoittaa näkemäalueita kaarrekohdissa tai liittymissä.

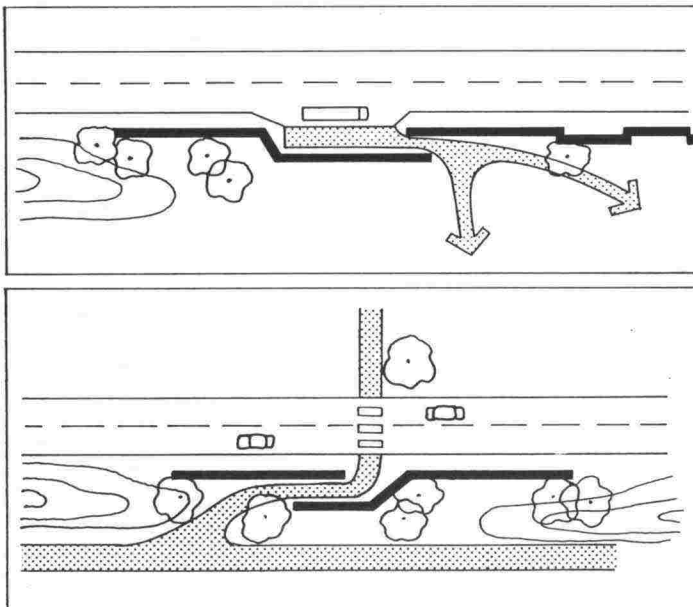
Esteen etäisyyden määrittelee myös aurausjärjestely ja siitä johtuva lumitilan tarve /9,10 /. Lähellä tienreunaa olevat meluseinät on mitoitettava myös aurauskuormaa kestäviksi /8 /.

Este ajoratojen välissä

Kaksiajorataisella tiellä pelkästään tien reunaan sijoitettava este ei aina riitä, varsinkin jos reunalla oleva este joudutaan toteuttamaan tehokasta estettä matalampana tai kauempana. Näissä tapauksissa voi ratkaisuna olla ajoratojen väliin sijoitettava matala este. Esteen rakenteesta ja ajoratojen välisestä tilasta riippuu, tarvitaanko keskikaistalla kaiteita /10 /.

Aukko esteessä

Tieympäristössä on useita tekijöitä, jotka voivat rajoittaa yhtenäisen meluesteen toteuttamista. Useimmiten aukon paikan määräävät kevyen liikenteen järjestelyt. Melusuojauksen teho saattaa kärsiä aukosta, mutta vaikutusta voidaan minimoida esteen sijoittelulla ja muotoilulla. Suojatien tai pysäkin kohdalla olevan aukon kohdalla on varmistettava riittävät näkemät sekä autoilijoille että jalankulkijoille ja pyöräilijöille.



Kuva 38: Suojatien tai pysäkin kohdalla olevan aukon vaikutus minimoidaan meluesteessä.

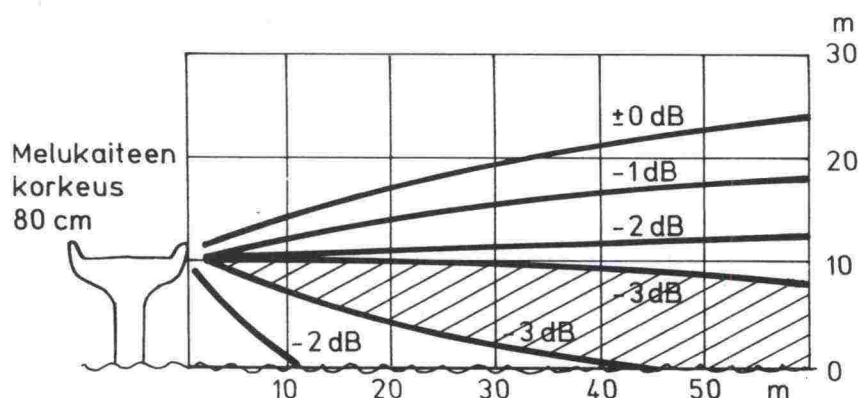
Melukaiteet

Eräissä tapauksissa meluesteen ei ole välttämätöntä olla niin korkea, että se estää näkymät tieltä. Tällöin siitä käytetään nimitystä melukaide. Melukaiteille sopivia paikkoja ovat sillat ja korkeat penkereet. Melukaide voidaan sijoittaa aivan tien viereen, koska kaide on törmäyksessä turvallinen ja kaiteen yli voidaan aurata lunta. Kaiteella voidaan saavuttaa lähes yhtä suuri vaimennus kuin kauemmas luiskaan sijoitetulla korkeammalla meluesteellä.

Kaiteen akustinen toiminta edellyttää, että

- suojattavat kohteet ovat pääasiassa lievästi alaviistoon tieltä
- äänen leviäminen kaiteen alta on estetty
- heijastusten vaikutuksista ei ole haittaa tien toisella puolella

Melukaide ei ole yhtä tehokas kuin korkea este, mutta kaiteen suojausvaikutus kasvaa melun taipumisesta johtuen yläviistoon tieltä pois päin. Jyrkästi alempana olevien kohteiden suojauksessa saattaa tien tai sillan reuna olla yksistään riittävä melusuoja.



Kuva 39: Esimerkki melukaiteen tuottamasta lisävaimennuksesta sillalta.

Jos suojattavia kohteita on yksinomaan tien tasausta alempana, on edullista sijoittaa kaide mahdollisimman etäälle ajoradasta, penkereen tai sillan ulkoreunaan.

6.4 Esteen toteutus

Maavalli

Maavallin rakenteen suunnittelun keskeisiä näkökohtia ovat:

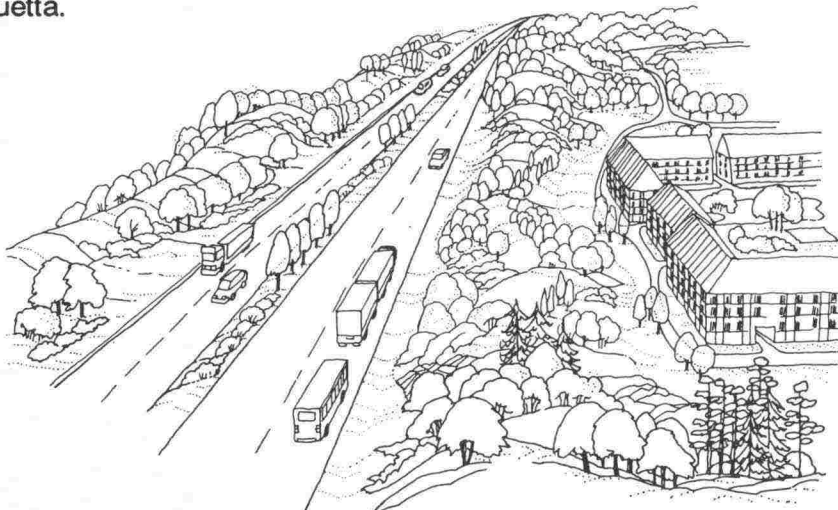
- maa-alueen riittävyys ja hankintamahdollisuus
- valliin käytettävissä oleva täyttömateriaali
- luiskakaltevuudet
- perustaminen ja kuivatus
- johdot
- istutukset
- käyttö ja kunnossapito.

Maavalli voi sijaita yleisen tien tiealueella tai liitännäisalueella, jolloin maa-alueen hankinta tapahtuu tietöimituksen kautta. Muussa tapauksessa sijoituspaikan maa-alueen haltijana on yleensä kunta, joskin yhden kiinteistön suojaamiseen tarkoitettu valli voi olla ao. kiinteistöllä.

Käytettävissä olevan tilan leveys ratkaisee vallin tekemisen mahdollisuuden. Nurmetettava ja istutettava luiska ei saa olla jyrkempi kuin 1:1,5. Asutuksen suuntaan luiskan pitäisi mieluummin olla tätä huomattavasti loivempi. Vallin viereen tarvitaan tilaa kuivatusta ja johtolinjoja varten samoin istutuksille, jotka liittävät vallin ympäristöönsä.

Maavallin materiaalin on säilytettävä muotonsa myös roudasta ja veden eroosiovaikutuksesta huolimatta. Pienehköjä painumia (alle 0,2 m) voidaan hyväksyä, kunhan ne eivät merkittävästi heikennä melun vaimenemista.

Maavallina toteutetun esteen ajoradan puoleinen luiska on erotettava muusta ympäristöstä asuntoalueiden läheisyydessä. Siitä ei saa muodostua leikialuetta.



Kuva 40: Muodoltaan vaihteleva maavalli muodostaa uutta maisematilaa.

Meluseinä

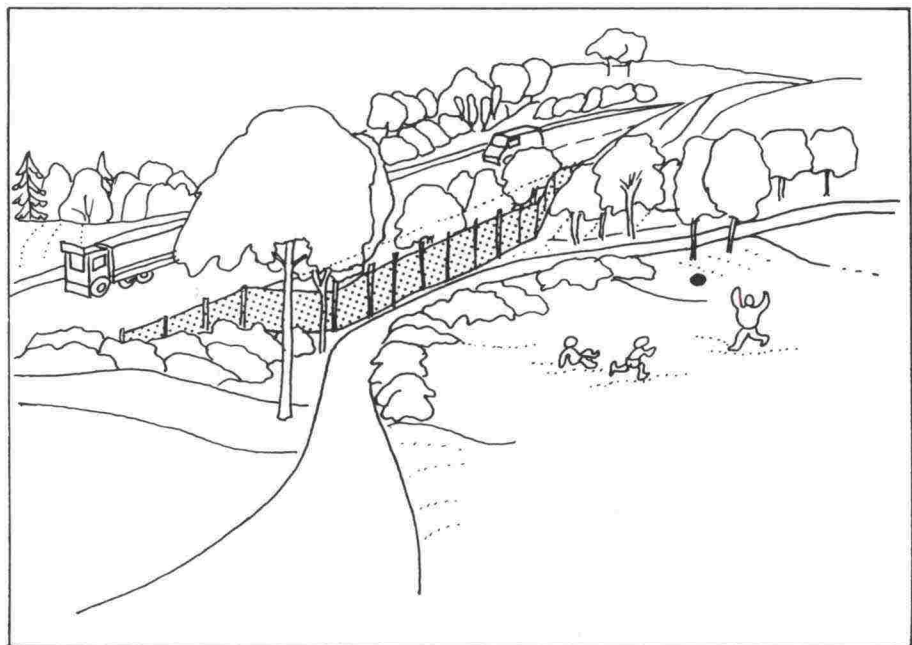
Hyvä meluseinä vaimentaa liikennemelua jopa 10-15 dB. Käytettävissä materiaaleissa on runsaasti valinnanvaraa. Paras ratkaisu on aina suunniteltava tapauskohtaisesti.

Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon:

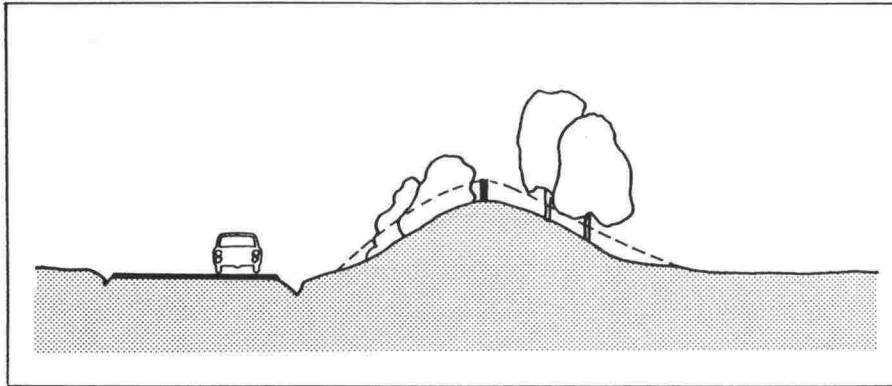
- perustamisolosuhteet
- materiaalien, värien ja muotojen vaikutus ulkonäköön, maisemaan ja kaupunkikuvaan
- pintakuvioidin vaikutus melun heijastumiseen
- kunnossapidettävyyys: likaantuminen, palovaara, ilkivalta.

Istutusten käyttö

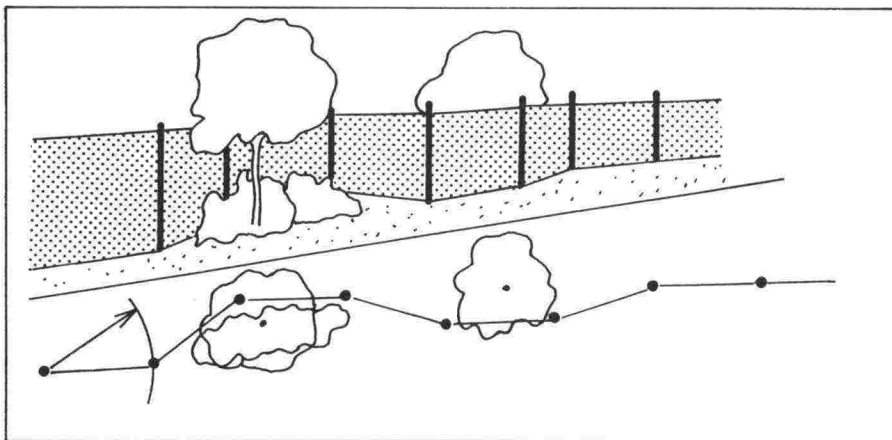
Istutusten tarkoituksena on kytkeä este ympäröivään maisemaan. Istutukseen valitaan kasvilajeja, jotka kestävät hyvin ilmansaasteita, ovat peittäviä ja helppohoitoisia. Paikkakunnalle ominaisten kasvilajien käyttöä tulee suosia, samoin ympärivuotisesti vihreitä havupuita ja -pensaita.



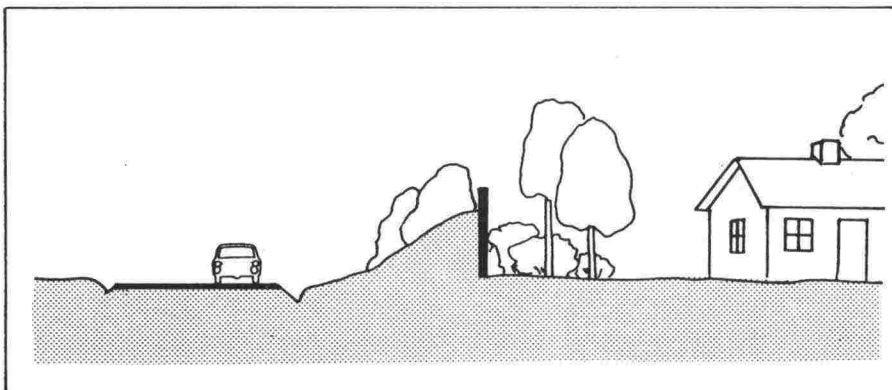
Kuva 41: Turvallinen meluseinäratkaisu, jolla on säästetty tilaa muita toimintoja varten.



Kuva 42: Massiivisen meluvallin korkeutta voidaan alentaa vallin päälle sijoitettavalla matalalla meluaidalla.



Kuva 43: Meluseinän ja istutusten joustavalla sijoittelulla saadaan aikaan kokonaisuus, joka toimii sekä ajoradalle päin että ympäristöön.



Kuva 44: Meluvallin ja -seinän yhdistelmä säästää piha-aluetta tontin puolella.

6.5 Kustannusjaon periaatteet valtion ja kuntien kesken

Meluntorjunnan kustannusjakoehdotuksen pohjana on tielaitoksen ja kuntien keskusjärjestöjen laatima suositus /16/.

Uuden tien rakentamisen vuoksi syntyvien meluhaittojen estämiseksi rakennettavat melusteet on katsottava tien tekemiseen kuuluviksi ja niiden rakentamiskustannuksista vastaa valtio.

Olemassa olevan tien parantamisen yhteydessä lisääntyvän meluhaitan poistamiseksi rakennettavien melusteiden rakentaminen on katsottava tien tekemiseen kuuluvaksi ja niiden kustannuksista vastaa valtio. Kun on kyseessä sekä oleva tie että oleva maankäyttö, niin kunta ja valtio sopivat kustannusten jaosta.

Jos valtion toimesta rakennettava meluste rakennetaan kunnan vaatimuksesta huomattavasti tavanomaista korkeatasoisemmaksi, maksaa kunta tästä aiheutuvat lisäkustannukset.

Olemassa olevan tai suunnitellun yleisen tien melualueelle melulle altista maankäyttöä kaavoitettaessa on meluhaittojen estämiseksi rakennettavat melusteet rakennettava kunnan tai maankäytön toteuttajan kustannuksella.

Hankekohtaiset meluntorjuntaratkaisut on pyrittävä löytämään tielaitoksen ja kunnan kesken käytävissä neuvotteluissa laadittujen meluselvitysten pohjalta.

7 TÄRKEÄT LAIT JA SÄÄDÖKSET

Lait ja asetukset:

- L ja A yleisistä teistä (243/54, 482/57)
- Ajoneuvoasetus (233/82)
- Rakennuslaki ja -asetus (370/58, 266/59)
- Terveystoimilaki ja -asetus (469/65, 55/67)
- Meluntorjuntalaki ja -asetus (382/87, 169/88)

Päätökset:

- Liikenneministeriön päätös ajoneuvoasetuksen täytäntöönpanosta annetun LM:n päätöksen muuttamisesta (28.2.1991).

Ohjeet ja suositukset:

- Meluntorjunta. Ohjekirjanen meluntorjuntalaista ja -asetuksesta. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Sarja B 13/1989.
- Lääkintöhallituksen ohjeavot korkeimmasta sallitusta melutasosta; Lääkintöhallitus, yleiskirje 1676/79.
- Tieliikennemelun laskentamalli; Sisäasiainministeriö, ympäristönsuojeluosasto, julkaisu A 10/1981 (uusitaan 1991).
- Autoliikenne taajamien suunnittelussa ja eriasteisessa kaavoituksessa; Ympäristöministeriö, kaavoitus ja -rakennusosasto, tiedotus 6/1982.
- Kestävä kehitys ja Suomi. Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle kestävään kehitykseen tähtäävistä toimista; Valtion painatuskeskus 1990.
- Melutilanteen seurannan järjestäminen kunnissa. Ordande av bevakningen av bullersituationen i kommunerna. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Ohje 3/1990.

Ehdotukset:

- VNp melutasoa koskevaksi yleiseksi ohjeeksi; (luonnos 29.5.1991).

8 LÄHTEET JA LISÄTIEDOT

1. Eurasto, Raimo-Lahti, Tapio-Sysiö, Pauli (1990). Ympäristömelu, lähteet, leviäminen, arviointi. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto. Selvitys 92.
2. Meluntorjunta kaavoituksessa. Raporttiluonnos, (1990) Ympäristöministeriö.
3. Eurasto Raimo. Melusteiden tehokkuus. Ympäristöministeriö. Ympäristönsuojeluosasto. Sarja D 60/1989.
4. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. Meluntorjuntalain ilmoitusmenettely. Anmälningsförfarande enligt bullerbekämpningslagen. Opas 1, 1990.
5. Vuori, Jukka - Lindström, Kari - Mäntysalo, Sirkka. Ympäristömelu psyykkisenä ja sosiaalisena häiritsejänä. Ympäristöministeriö, Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:12, Helsinki 1984.
6. Vuorinen, Heikki S. Ympäristömelun vaikutus väestön terveyteen. Ympäristöministeriö, Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:15. Helsinki 1984.
7. Melututkimus. Melun vaikutusten ja torjunnan tutkimuksen kehittämissuunnitelma 1989-1993. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. Sarja A 80/1989. Helsinki.
8. Tiehallitus, Kehittämiskeskus, (1990) Meluseinät. Rakennetekniset laatuvaatimukset. TIEL 703604, ISBN 951-47-2706-1.
9. Tiehallitus, Kehittämiskeskus, (1990). Lumitila. Tietoa suunnittelijoille. TIEL 703439, ISBN 951-47-2732-0.
10. Tiehallitus, kehittämissuunnitelma. Lumitilan tarve melusteiden, välikaistojen ym. kohdalla. Tietoa tiensuunnitteluun nro 2. 29.1.1991.
11. Tiehallitus, Tiensuunnittelu, Yleiset tiedot kaava-alueilla. Luonnos 24.5.1991.
12. Tielaitos - Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta. Pääkaupunkiseudun yleisten teiden meluntorjuntaselvitys. TIEL 703612, Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 1990:13.

13. Ympäristöministeriö. Tulevaisuuden meluntorjunta. Ympäristönsuojeluosasto. Sarja D 43/1988.
14. Nykänen, Hannu - Ojala, Esa. Melumerkintä ympäristömelun torjunnassa. Ympäristöministeriö, Ympäristönsuojeluosasto. Selvitys 72/1990.
15. Ympäristö ja terveys. N:ot 4-5/1990, 4/1991. Valtakunnallisten meluntorjuntapäivien teemanumerot.
16. Tielaitos - Suomen kaupunkiliitto - Suomen kunnallisliitto - Finlands svenska kommunförbund. Yleisten teiden tienpidon kustannusjako valtion ja kuntien kesken. Pääperiaatteet. TIEL 722500, 1990. ISBN 951-759-683-9.
17. Tiehallitus, Kehittämiskeskus. Rengasmelu ja päällysteet. TIEL 703616, 1990, ISBN 951-47-4069-6.
18. Krell, Karl (1990). Handbuch für lärmschutz an Strassen und Schienenwegen 2. Auflage.
19. Richtlinien für den Lärmschutz an Strassen RLS-90. Der Bundesminister für Verkehr. Abteilung Strassenbau. Ausgabe 1990.
20. Tieliikenteen ympäristöhaittojen arviointi rahassa. Liikenneministeriön julkaisuja 29/88. Helsinki 1988.
21. Tieliikennemelun laskentamalli. Sisäasiainministeriö. Ympäristönsuojeluosaston julkaisu. Sarja A:10. Helsinki 1981.
22. Tiehallitus. Kehittämiskeskus. Tiehankkeiden vaikutusselvitykset osa B: Menetelmät (Laadittavana).
23. Vägverket 16. Effektkatalog. Väg- och gatuinvesteringar. Publ. 1989:16.
24. Vägverket 17. Effektkatalog. Förbättringsåtgärder. Publ. 1989:17.
25. Borenus - Jauhiainen - Lampio - Nuotio - Pesonen - Pyykkö. Akustiikan perusteet. Insinööritieto Oy 1985.
26. Akustiikan sanasto. Standardi SFS 5100. Suomen Standardisoimisliitto. Helsinki 1985
27. Vejdirektoratet, Vejregeludvalget. Støj. Støjhensyn ved nye vejanslag. 2.30.02. Omgivelserne. Juni 1989, København.

28. Vuorinen Heikki S. Melu lasten terveysriskinä. Artikkelin Suomen Lääkärilehdessä 4/1990.
29. Andersson, Kjell - Lindvall, Thomas (redaktörer). Hälsoeffekter av samhällsbuller. Nordiska Bullergruppen, Nordiska Ministerrådet 1987.
30. Bruun Wyller, Torgeir - Hortemo, Sigurd - Kvalvaag, Gunnar. Helseeffekter av veitrafikkstøy. Vegdirektoratet, Helsedirektoratet. Høringsutkast, september 1990.
31. Grødvedt, Liv (1987). Støy og Helse. Analyse av støyopplevelse i Norge. Statistisk sentralbyrå. Sosiale og økonomiske Studier 66.
32. Litt om helsevirkningen av støy. Statens forurensningstilsyn, Oslo. Utgift i oktober 1986.
33. Berglund, Birgitta - Berglund, Ulf - Lindvall, Thomas. Adverse Effects of Community Noise, Research Needs. Nordic Council of Ministers, Oslo Norway 1984.
34. More stringent requirements concerning noise emission from motor vehicles in the Nordic countries. Nordic Council of Ministers, Nordic Noise Group. Miljörapport 1988:18.
35. Buller från vägtrafik. Mätmetod. Naturvårdsverket Rapport 3298 Solna 1987.
36. Parmanen, Juhani - Sysiö, Pauli - Heinonen, Reijo. Rakennuksen ääniohjelmien parantaminen. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Tiedotteita 1034. 1989.
37. Vägverket. Bullerdämpande vallar och skärmar. Råd om utformning. Publ. nr 1988:48.
38. Vejdirektoratet, Vejdatalaboratoriet. Støjafskærmning - et idekatalog. Rapport 81. 1989.
39. Pääkkönen - Kyttälä - Pekkarinen - Hurme. Kuuntele - kerromme melusta. Työterveyslaitos. 1991.
40. Vejdirektoratet, Vejdatalaboratoriet. Daek - Vejbanestøj. Rapport 88. 1990.

41. Leinonen, Jarkko. Tiehankkeen vaikutusten määrittäminen. Kirjallisuus-selvitys. Oulun yliopiston tie- ja liikennetekniikan laboratorion raportteja 9. Oulu 1989.
42. Beräkningsmodell för vägtrafikbuller. Naturvårdsverket. 1989.

9 LIITTEET

Liite 1

Ympäristömelun peruskäsitteitä

Melu

Melu on ei-toivottua ääntä. Meluntorjuntalain 2 §:n 1 momentin mukaan melulla tarkoitetaan terveydelle haitallista, ympäristön viihtyisyyttä merkityksellisesti vähentävää tai työntekoa merkityksellisesti haittaavaa ääntä tai siihen rinnastettavaa tärinää.

Ääni

Ääni on ilmassa etenevää aaltoliikettä. Aallot ovat ilmanpaineen vaihteluita, jotka korva tajuaa ääneksi. Aaltojen lukumäärä sekunnissa on taajuus, jonka yksikkö on hertsi (Hz).

Taajuus vastaa äänen korkeusaistimusta. Ihminen kuulee likimain alueen 20-20000 Hz. Korva on herkin taajuusalueella 1000-4000 Hz.

Äänenpaine

Pienet ilmanpaineen vaihtelut staattisen ilmanpaineen lisänä, jotka aistitaan ääneksi. Yksikkö Lp.

Äänenpainetaso

Äänenpaineen logaritminen mitta, joka vastaa äänen fysikaalista voimakkuutta. Yksikkö desibeli (dB).

Ihmisen kokeman voimakkuuden tai häiritsevyyden kuvaamiseksi äänenpainetaso mitataan taajuus- ja aikapainotettuna. Tällöin suureesta käytetään nimitystä äänitaso.

A-painotus

Äänen voimakkuutta arvioitaessa otetaan kuuloaistin erilainen herkkyys eri taajuuksilla huomioon käyttämällä herkkyyskäyrää vastaavaa taajuuspainotussuodatinta. Ympäristömelua mitataan A-painotussuodatinta käyttäen. A-suodatin vaimentaa matalia ääniä, joita ihmiskorva kuulee heikoimmin.

A-suodattimen käyttö merkitään suuretunnukseen, esim. A- tai äänitaso L_A .

Aikapainotukset

Äänitasomittareissa käytetään standardoituja aikapainotuksia silloin kun halutaan tutkia melun ajallista vaihtelua. Ekvivalenttitason muodostaminen hävittäisi ajallisen vaihtelun koko mittausajanjaksolta.

Liikennemelumittauksissa käytetään yleisimmin aikapainotuksia F (fast), joka edustaa 250 ms aikakeskiarvoa, ja S (slow), joka edustaa 2 s keskiarvoa.

Ekvivalenttitaso L_{eq}

Ekvivalenttitaso (eli ekvivalentti äänitaso tai samanarvoinen jatkuva äänitaso) on tiettyä aikaväliä edustava keskiarvosuure.

Ekvivalenttitason avulla voidaan yhdellä luvulla kuvata pitkiä ajanjaksoja, joiden kuluessa äänitaso mahdollisesti vaihtelee paljonkin.

Kahdella melutilanteella on sama ekvivalenttitaso, jos melun energiat (meluannokset) ovat samat.

Äänitaso

Taajuuspainotettu (yleensä A-painotettu) äänenpainetaso, joka on joko ekvivalenttitaso tai jokin aikapainotettu taso. Yksikkö dB.

Äänitasot voidaan mitata koko vuorokauden ajalle, päiväaikaan (klo 7-22) tai yöllä (22-7) sekä tunneittain.

Taajuuspainotus ilmaistaan tarvittaessa nimen yhteydessä (A-äänitaso, ekvivalentti A-äänitaso) ja tunnuksessa (L_{AF} , L_{AS} , L_{Aeq}).

Enimmäisäänitaso L_{max}

Aikapainotettuna mitatun äänitason enimmäisarvo. Enimmäistason suhteen muihin suureisiin, esim. ekvivalenttitasoon vaikuttavat aikapainotuksen tyyppi, melutapahtuman kesto ja lukumäärä. Lukumäärällä ei ole vaikutusta enimmäistasoon, koska vain suurin arvo kirjataan.

Käytännössä on mittaustarkkuuden saavuttamiseksi mitattava monen melutapahtuman enimmäistasot ja laskettava niistä keskiarvo tai käytettävä tilastollista arvoa (pysyvyystasoa), jonka äänitaso ylittää esim. 1-5 % ajasta.

Melualue

Melualue on liikenneväylän, lentokentän tai muun melulähteen läheisyydessä oleva alue, joka melun vuoksi vaatii suojaustoimia soveltuakseen asuntoalueeksi tai muiden melulle herkkien toimintojen sijoitusalueeksi.

Meluvyöhyke

Alue, jolla pitkänaajan melusuure (esim.äänitaso) on kahden määrätyn tason välillä, kuten esimerkiksi 60 dB:n ja 65 dB:n välillä.

Meluemissio

Meluemissio on lähteen melupäästö. Tieliikenteen tapauksessa emissiosuurena käytetään yleensä äänitasoa 10m päässä tien keskiviivasta. Muista lähteistä puhuttaessa emissiona käytetään yleensä lähteen äänitehotasoa.

Meluemissio on laskennallinen suure, josta kaikki etenemistiehen liittyvät vaimennukset on poistettu.

Meluumissio

Meluumissio on tarkasteltavan kohteen melutilanne eli havaintopisteen äänitaso, yleensä ekvivalenttitaso.

Meluumissioon sisältyy osuus kaikista vaikuttavista melulähteistä.

Melueste

Melueste on rakenne, jolla pyritään alentamaan melun äänitasoa. Se voi olla maavalli, maastoleikkaus, rakennus, tiivis aita jne tai niiden yhdistelmä.

Taustamelu

Taustamelu on muista kuin tarkasteltavasta ilmiöstä havaintopaikalle aiheuttavaa melua. Voimakas taustamelu voi haitata tiettyyn meluilmiöön kohdistuvan mittauksen tekemistä tai jopa estää sen.

Joskus taustamelu voidaan määrittää mittaamalla tilastollinen äänitason 90-99 % pysyvyytaso.

Yhdyskuntamelu

Yhdyskuntamelu on (osa) ympäristömelua, jolle ihminen altistuu sisällä tai ulkona, työssä tai vapaa-aikanaan ja jota hän ei itse tietoisesti aiheuta.

Taulukko 1 : Melutasot (dB) eri lähtöarvoilla

Oletukset:		KVL = 5000 ajon/d Pehmeä tasamaa Esteetön maasto Raskaita ajoneuvoja 15 % Vastaanottokorkeus 2 m						
ajo- nopeus [km/h]	tie- penger [m]	havaintokohdan etäisyys tien keskilinjasta [m]						
		10	30	60	100	150	200	300
50	0	64.9	56.3	50.0	45.8	42.8	40.9	38.6
	0.5	64.9	58.1	51.6	47.1	43.8	41.7	39.1
	1	64.9	59.8	53.3	48.6	45.1	42.7	39.8
	1.5	64.9	60.1	55.0	50.3	46.6	44.1	40.8
60	0	66.8	58.2	51.9	47.6	44.7	42.8	40.5
	0.5	66.8	60.0	53.5	49.0	45.7	43.6	41.0
	1	66.8	61.7	55.2	50.5	47.0	44.6	41.7
	1.5	66.8	62.0	56.9	52.2	48.5	46.0	42.7
70	0	68.4	59.8	53.5	49.3	46.3	44.5	42.2
	0.5	68.4	61.6	55.1	50.6	47.3	45.2	42.6
	1	68.4	63.3	56.8	52.1	48.6	46.3	43.3
	1.5	68.4	63.6	58.6	53.8	50.1	47.6	44.3
80	0	69.8	61.3	55.0	50.7	47.7	45.9	43.6
	0.5	69.8	63.0	56.5	52.0	48.7	46.6	44.0
	1	69.8	64.8	58.2	53.5	50.0	47.7	44.7
	1.5	69.8	65.1	60.0	55.2	51.5	49.0	45.7
90	0	71.1	62.5	56.2	52.0	49.0	47.2	44.9
	0.5	71.1	64.3	57.8	53.3	50.0	47.9	45.3
	1	71.1	66.0	59.5	54.8	51.3	49.0	46.0
	1.5	71.1	66.3	61.3	56.5	52.8	50.3	47.0
100	0	71.9	63.3	57.0	52.7	49.8	47.9	45.6
	0.5	71.9	65.0	58.6	54.1	50.8	48.7	46.1
	1	71.9	66.8	60.3	55.6	52.0	49.7	46.7
	1.5	71.9	67.1	62.0	57.2	53.5	51.0	47.7
110	0	72.6	64.1	57.8	53.5	50.5	48.7	46.4
	0.5	72.6	65.8	59.3	54.8	51.5	49.4	46.8
	1	72.6	67.6	61.0	56.3	52.8	50.5	47.5
	1.5	72.6	67.9	62.8	58.0	54.3	51.8	48.5

Taulukko 2 :

Melutason muutos
liikennemäärän (KVL)
muuttuessa

KVL (ajon/d)	Muutos (dB)
100	-17
126	-16
160	-15
200	-14
250	-13
320	-12
400	-11
500	-10
630	-9
800	-8
1000	-7
1260	-6
1600	-5
2000	-4
2500	-3
3200	-2
4000	-1
5000	0
6300	1
8000	2
10000	3
12600	4
16000	5
20000	6
25000	7
32000	8
40000	9
50000	10

Yllä olevassa taulukossa on esitetty pohjoismaisen tieliikennemelun laskentamallin mukaiset liikennemelun ekvivalenttitasojen arvot (dB) eri tilanteissa lähtöarvojen (nopeus, pengerkorkeus ja etäisyys) vaihdeltaessa. Laskennassa käytettyjen oletusarvojen (liikenteen määrä ja koostumus, tien pituuskaltevuus) muutosvaikutukset voi ottaa huomioon taulukoiden 2 ja 3 avulla. Niihin on laskettu eräitä taulukkoon 1 summattavia korjausarvoja. Tarvittaessa voidaan kaikkien taulukoiden laskenta-arvojen välillä olettaa muutokset suoraviivaisiksi ja laskea väliarvoja lineaarista interpolaatiota käyttäen.

Mikäli näin saatu melutaso tarkastelukohteessa on riittävän alhainen, ei tarkempia laskelmia yleensä tarvita, koska avoin, esteetön maasto on melun leviämisen kannalta pahin mahdollinen.

HUOM.1 : Päiväliikenteen (7-22) melutaso on noin 1.5 dB ylempi kuin tässä laskettu vuorokauden melutaso.
(Oletus: päiväliikenne 88 % KVL:stä)

Taulukko 3 :

Melutason muutos (dB) eräillä ajonopeuksilla raskaan liikenteen osuuden ja tien pituuskaltevuuden muuttuessa

		pituuskaltevuus (o/oo)				
nopeus	rs - %	0	20	40	60	80
60	5	-1.9	-1.0	-0.1	0.7	1.6
	15	0.0	1.1	2.2	3.4	4.5
	25	1.3	2.5	3.8	5.0	6.3
	35	2.3	3.6	5.0	6.3	7.6
80	5	-1.5	-0.6	0.2	1.1	2.0
	15	0.0	1.1	2.2	3.4	4.5
	25	1.1	2.4	3.6	4.9	6.1
	35	2.0	3.3	4.7	6.0	7.3
100	5	-1.0	-0.2	0.7	1.6	2.4
	15	0.0	1.1	2.2	3.4	4.5
	25	0.8	2.1	3.3	4.6	5.8
	35	1.5	2.9	4.2	5.5	6.9

Esimerkki :

Nopeusrajoitus: 80 km / h
Tie 0.5 metrin penkereellä
KVL = 20000 ajon. / d
Raskaita ajoneuvoja 15 o/o
Tien pituuskaltevuus 30 o/oo

Melutaso 100 m:n päässä tieltä ?

Taulukosta 1 : 52.0 dB
- " - 2 : 6.0 "
- " - 3 : 1.7 "
Yhteenlaskettuna 59.7 dB
Melutaso päivällä 61 dB
(taulukon 3 tulos väliarvona)

